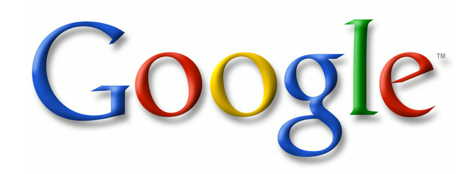
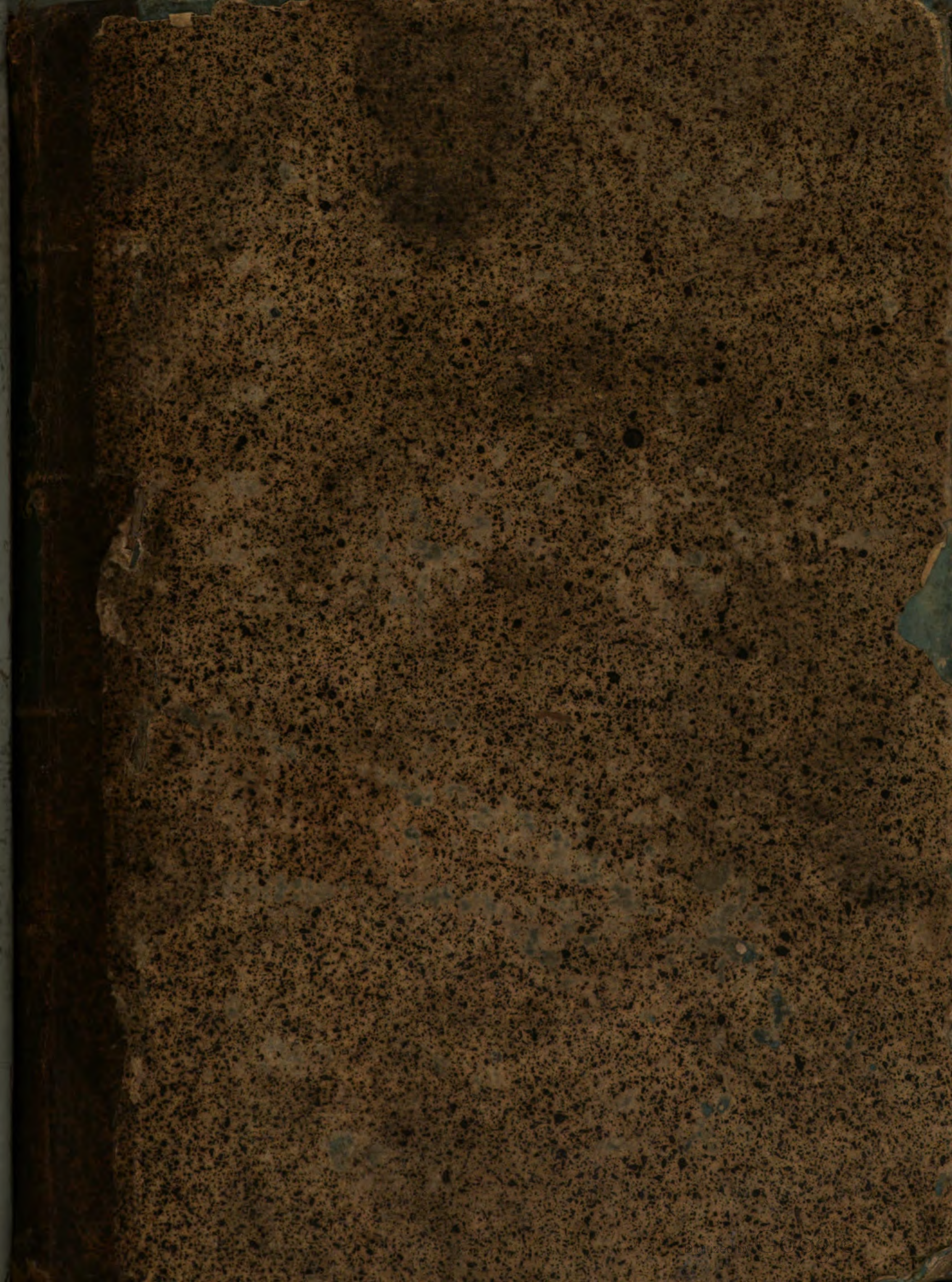





ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE



ELEMENTOS
DE MATEMÁTICA.

TOMO IX. PARTE II.

ARQUITECTURA HIDRAULICA.

ELEMENTOS
DE MATEMÁTICA.

POR D. BENITO BAILS,

Director de Matemáticas de la Real Academia de S. Fernando, Individuo de las Reales Academias Española, de la Historia, y de las Ciencias naturales, y Artes de Barcelona.

TOMO IX. PARTE II.

QUE TRATA

DE LA ARQUITECTURA HIDRAULICA.



MADRID.

EN LA IMPRENTA DE LA VIUDA DE DON JOAQUIN IBARRA.

M.DCC.LXXXX.

PROLOGO.

Empieza por fin á salir el Tratado tantas veces ofrecido de Arquitectura Hidráulica, y es natural que el Público le espere con grados de perfeccion proporcionados á la tardanza. A mí no me toca decidir si corresponde á sus esperanzas; pero tampoco acertarán á decidirlo muchos de los que hablen de la obra: insinuaré á los mas por donde la han de apreciar.

Tres son los puntos fundamentales de toda obra doctrinal; su extension, su doctrina y su forma, ó el número de los asuntos que trata, su calidad y su coordinacion.

La extension de mi tratado no podia ser toda la de la materia. Por ser muchos y muy varios sus puntos, me fué preciso ceñirme: ceñirme yo en las circunstancias que me hallaba, era lo mismo que desechar muchos asuntos entre muchísimos. Deseché, pues, todos aquellos que, en mi juicio, importan menos á los discípulos de la Academia, á Arquitectos sueltos, sin patente ó sin uniforme, á quienes jamas tocará la suerte de tener á su cargo alguna de aquellas obras que por antonomasia se llaman Reales. Su construccion solo se fia á determinados cuerpos, en cuyas escuelas se enseña á sus individuos quanto necesitan para el lucido desempeño de tan honrosa confianza.

Por lo mismo que descarté los asuntos que quise contemplar agenos de mi plan, me corria mas estre-

cha obligacion de esmerarme en la declaracion de los demas, disfrutando con este fin las obras de los Escritores de mayor opinion; á fin de que ya que no lograse dar á la mia todo el grado de perfeccion que mis deseos alcanzaban, tuviese por lo menos la que bastase á manifestarlos; sin pararme en que este era el medio seguro de hacer patente mi cortedad (a).

¿De qué serviría aquí un catálogo, bien que muy reflexionado, de los muchos escritos que fué empeño mio buscar, registrar, leer y extractar (b)? Si yo tuviera certeza de haberlo visto todo, gustosísimo, ufano me apresuraría á decirlo todo; pero receloso, y tambien seguro de habérseme quedado mucho por ver, me parece prudencia callar por ahora. Me serviria de mucho bochorno dar tan anticipado motivo de pregonar mis omisiones, graduándolas de descuidos, y de ignorancia tambien, si quisieren, á aquellos hombres portentosamente cabales que nunca se equivocan, y á quienes nada se les olvida; teniendo la prodigiosa advertencia de buscar todo quanto hay, y la singular fortuna de encontrar todo quanto buscan. A estos reconozco yo por los únicos, los verdaderos jueces

(a) Quando un escritor es de buena fé, y no trata asunto peligroso, la diferencia que vá de lo que ofrece á lo que executa manifiesta sus alcances.

(b) Tengo presente que en el Prólogo de mi Arquitectura Civil ofrecí dar aquí dicho catálogo. Como yo cumpla mi palabra ¿que importa donde? En pasándose algun tiempo todo muda; con poco basta para que mude de parecer todo hombre que medita.

ces de las obras del entendimiento; solo ellos pueden saber qual es la que peca por diminuta.

Aunque desde el principio me empeñé en tratarlo todo con el esmero posible; sin embargo, así que empecé á declarar como se aprovecha el agua de los manantiales, rios y arroyos para la navegacion, subió de punto mi diligencia. La necesidad cada dia mas urgente de estas obras, su trascendental beneficio á todas las provincias del reyno, la solicitud, los auxîlios con que las promueve el Gobierno fueron nuevos estímulos que avivaron no poco mi genial eficacia.

En toda nacion ha de haber, para que prospere, bien que con la proporcion debida, dos clases de hombres tan estrechamente enlazadas entre sí, que ninguna de las dos puede medrar sin los auxîlios de la otra; y son el labrador y el fabricante (*a*). Si hubiera alguna nacion que se desentendiese de tan esencial armonía, me arrojaría á preguntarle: ¿Con muchas y numerosas cabañas, pero sin labranza, que haremos? ¿Sin agricultura, ó con una agricultura desfallecida, que materias primeras habrá? ¿Sin materias primeras que fábricas? ¿Sin canales de navegacion que comercio interior? ¿Sin comercio interior qual será el exterior? ¿Sin comercio que industria, ó sin indus-

(*a*) Alguna noticia tengo de la República de Olanda, donde no hay agricultura porque no hay tierra, y sería toda mar si no fuera por la inteligencia de sus naturales en punto de obras hidráulicas. Es sin embargo pais rico; no es aquí lugar oportuno de señalar las causas de la excepcion.

tria que comercio? ¿Sin industria que dinero? ¿Sin dinero que recursos?

¿Que me tocaba, pues, hacer para tratar debidamente asunto de tanta importancia? Entresacar de los escritos donde está tratado con magisterio los principios teóricos y las reglas prácticas de mayor fundamento; añadir casos particulares y verdaderos que enseñasen al lector los caminos á veces estraños por donde llega la industria á domar la naturaleza, logra la constancia conculcar la oposicion, y se consigue con el éxîto dexar humillada la envidia.

De todo se hallan exemplares en la historia del canal de Lenguadoc, entre las obras hidráulicas modernas una de las mas celebradas por grandiosa, por utilísima. El referir los diferentes pensamientos que para su edificacion se propusieron, los motivos por que se desecharon varios, las razones que le merecieron la preferencia al que se puso por obra, las gravísimas dificultades ú obstáculos que fué forzoso vencer al tiempo de su execucion, los reparos y mejoras que en varias ocasiones se le han hecho despues de concluido; todo esto lo miré desde el principio como doctrina que no podia menos de confirmar ó ilustrar muchos puntos de teórica, y formar con ella un tratado cabal de canales navegables.

Aquí habia sido mi ánimo concluir su declaracion; pero no lo consintió una de las muchas fortunas que ha tenido España en el reynado del benéfico Carlos Tercero. Fortuna deseada por espacio de dos siglos. ¡Quan-

¡Quanta antigüedad! ¡Dos siglos han tardado en juntarse las circunstancias que habian de proporcionar la conclusion de la Acequia Imperial de Aragon ! Lo mismo fué proponerle su continuacion á aquel Soberano tan piadoso, que decretarla S. M. Pero no empezaron á tener efecto sus paternales deseos, hasta que vencidas algunas dificultades, y echada una Compañía que tenia á su cargo la empresa, se puso la edificacion de la acequia al cuidado del Varon singular que en pocos años la habia de dexar concluida.

¡Proporcion, venerado espantajo! ¿Quien fué el hombre atinado y atrevido que entonces osó derribar tus altares (*a*)? Estado, crianza, nacimiento, ¿quien atropelló vuestros invulnerables respetos? Hombres preocupados? Artistas envanecidos? Cuerpos exclusivos? ¡Quan melancólico no sería vuestro pronóstico así que llegó á vuestros oidos la noticia de la eleccion!

¿Conoceis por ventura otra mas acertada? ¿Que requisito le falta á Don Ramon Piñateli, de la Casa de los Condes de Fuentes, Canónigo de la Metropolitana de Zaragoza? ¿No ha desempeñado su encargo con la inteligencia de un facultativo consumado, la inte-

(*a*) De un hombre que no tiene en su carrera cierta antigüedad, ó porque le falta alguna circunstancia, como de carrera, nacimiento, edad, &c. se dice aquí que no está *proporcionado*, ó que no está en *proporcion* para un empleo vacante que podria desempeñar. Confieso que la carrera debería infundir idoneidad; los que fundan la proporcion en la antigüedad graduan la suficiencia por los años, pero no la aptitud por la suficiencia.

gridad de un hombre puro, la firmeza de un varon constante, el zelo de un exemplar patriota? ¿Se ha negado á perder su sosiego, sacrificar su salud? ¿Le ha faltado maña para burlar formalidades, algunas maliciosas, todas impertinentes? ¿Teson para despreciar reparos enconosos? ¿Sufrimiento para aguantar dicterios de conocidos, amigos, paisanos y compañeros?

Solo con una que le hubiera faltado de tanto cúmulo de prendas, á pesar de los continuados auxîlios del Ministro atinado y promovedor, que donde nadie pudiera pensarlo supo buscar tan completo Protector de la obra, hubiera quedado abandonada su construccion, y perdida acaso para siempre la esperanza de ver mas agradecida parte del fertil suelo del generoso Navarro, mejorados dilatados campos del varonil y esforzado Aragonés, y enriquecidas pobladas campiñas del aplicado, intrépido é industrioso Catalan.

Fué, pues, mi intencion publicar la historia de la acequia Imperial á continuacion de la del canal Real de Lenguadoc. Pero como ademas de la acequia se han propuesto y empezado en España otras obras del mismo género, determiné hablar de todas, escribiendo de la navegacion interior del reyno en particular. Estoy para concluir el asunto, porque despues de muchas indagaciones he logrado juntar los materiales necesarios. En su coordinacion ocupará el primer lugar la obra de la acequia por ser la única concluida hasta ahora, y entre todas la de mayor consideracion; sobre

bre ser á un tiempo canal de riego y canal navegable, es el fundamento de la comunicacion de los dos mares, el de Cantabria y el Mediterraneo; este será el primer asunto de la continuacion de la parte que ahora doy á luz de mi tratado.

A la forma de un escrito facultativo, del mio por lo menos, refiero yo los términos con que se explica su autor: los que yo uso son los mas inventados, traducidos ó imitados de lenguas estrañas. Cansado y aburrido de gastar en valde algun dinero, bastante tiempo y mucha paciencia, quando me empeñé en que todos los de mi Arquitectura Civil fuesen *castellanos*, he tenido por mas breve no buscar ni preguntar los de Arquitectura Hidráulica, la qual á pesar de este atajo llega tan tarde á las manos del Público (*a*).

Otros

(*a*) Quando me puse á escribir de Arquitectura Civil leí todas las obras nuestras, originales y traducciones, que de ella tratan. Mi fin principal fué buscar los términos del arte; y para lograrle mejor, llamé despues á varios oficiales, ya para asegurarme del uso de las voces que saqué de los libros, ya para preguntar las que me faltaban. Muy pronto conocí, quando tuve la fortuna de darme á entender, que los términos de los autores, los mas, eran antiquados; tambien eché de ver, que como en los talleres hay oficiales de diferentes provincias que en ellos introducen sus términos provinciales, suele tener una misma cosa ó maniobra varios nombres. Aproveché los términos que pude; pero algunas veces, precisado de la necesidad, aburrido de algunas circunstancias que, por lo mismo que las callo, los hombres *cultos* las adivinarán, partí por donde pude. Quedé tan poco satisfecho de mi trabajo, que ahora he tenido por mas acertado bandearme solo.

Otros muchos necesitaba para huir de los tropiezos que le estorbaban el camino por donde habia de llegar á su paradero con la presteza que yo deseaba. El principal fué la escasez de materiales que acá encontré, la necesidad de traherlos de lexos, y la lentitud con que algunos llegaban á mis manos. Siguiendo constante el plan que me propuse quando me encargué de escribir estos Elementos, he proseguido componiendo todos sus tratados de extractos de las obras mejores y mas modernas, cuya publicacion, poniendo yo toda la posible diligencia para saberla, llegase á mi noticia. Estoy persuadido años ha á que primero que intentemos adelantar con inventos propios las ciencias naturales, nos importa saber hasta que términos han ensanchado sus límites las demas naciones ilustradas; opino que el modo mas acertado de escribir una obra castellana, que por lo menos no baxe de mediana, es echar mano de las estrangeras. Una entre otras he esperado en vano algunos años, y es un tratado de Arquitectura Hidráulica que la Nacion Francesa tiene ofrecido, y habia de haber salido á luz por Marzo de 1789. Pero yo, esperanzado de que por último saldrá, y me ayude á mejorar el mio, voy sacando este á pedazos ó trozos, quedándome lugar de disfrutarle respecto de la parte que yo no hubiese todavía publicado. No tengo, ni hay otro medio de presentar á los alumnos de la Academia la mejor y mas moderna instruccion.

AD-

ADVERTENCIAS.

Las circunstancias en que sale este libro me dan motivo de hacer aquí las dos advertencias siguientes.

I. Se ha buscado mucho tiempo un modo de hacer incombustible la madera, y hasta ahora el mejor que se ha encontrado es tenerla en remojo en una disolucion de alumbre, la mas barata de todas las sales que obran el mismo efecto; con cuya preparacion no arroja á la verdad llama alguna, pero no dexa de quemarse y consumirse.

Por el mes de Marzo de 1786 propuso Mr. Didelot al Ministerio de Francia una agua eficacísima, segun él decia, para apagar los incendios. La Real Academia de las Ciencias encargó de orden del Gobierno hiciesen la prueba á quatro de sus individuos, los Señores Duque de la Rochefoucault, Cadet, Lavoisier, y Fourcroy, cuyos sabios informaron que el agua de Didelot, sobre no tener ninguna propiedad particular, ninguna ventaja lleva al agua comun para apagar el fuego de los incendios (*a*).

Añade el informe, que sin embargo de ser barato el alumbre, se necesitaría tanta cantidad, que de ningun socorro público puede ser en los incendios.

Annales de Chimie, par MM. de Morveau, Lavoisier, Monge, Bertholet, de Fourcroy, le Baron de Dietrich,

(*a*) He dado noticia de este hallazgo por lo mismo que no lo es. Acaso con esto estaremos seguros de que nos le venda por bueno algun estafador.

trich, Hassenfratz et Adet. Tome V. Paris 1790, *pag.* 141.

II. El vivir en quartos recien edificados antes que la fábrica esté bien seca, tiene, por las enfermedades que causa, muy malas consecuencias. Voy á publicar lo mejor que se ha discurrido para precaverlas.

Quando se quiera habitar una casa ó un quarto recien fabricado, se cerrarán desde luego lo mejor que se pueda las ventanas, puertas, y las bocas de las chimeneas si las hubiere. Se plantará despues enmedio de la pieza una estufa cuyo cañon se guiará, para dar salida al humo, á la ventana ó al cañon de la chimenea, segun mas acomodare; se dará fuego á la estufa de modo que el calor llegue á los 35 ó 40 grados del termómetro de Reaumur. Al pie de las paredes, y á la distancia de 4 ó 5 pies unas de otras se pondrán vasijas de vidriado anchas de boca, como cazuelas, soperas, &c. y en cada una se echarán unas cinco ó seis onzas de salitre sin purificar, é igual porcion de sal comun puesta antes á secar con sumo cuidado. Estando todo en esta disposicion, se cerrarán, muy cerradas, las ventanas, dexando abierta la puerta no mas.

Se darán despues á diferentes personas frasquitos con aceyte de vitriolo del comercio, y se les encargará que todas á un tiempo echen cinco ó seis onzas en las cazuelas, cada una en la suya, donde se echó sal comun, lo que habrán de hacer con la mayor brevedad para que no respiren el vapor que al

ins-

instante se levantará. Concluido esto, se saldrán, y dexarán muy bien cerrada la puerta.

Esta maniobra conviene se repita tres ó quatro veces al dia por espacio de quatro ó seis semanas, poniendo cuidado en dexar abiertas algunos minutos las ventanas para dar lugar de salirse al vapor de la operacion antecedente.

Mémoire sur la maniere d'assainir les murs nouvellement faits. Par M. le Comte de Milly, Paris 1778.

ER-

ERRATAS.

Pág.	*Lin.*	*Dice.*	*Léase.*
29	12 *margen.*	Fig. 3.	Fig. 1.
41	35	mediatas es	mediatas *X* é *Y* ès.
47	última	4 á 5	10 á 11.
48	1	10 á 11	4 á 5.
54	33	*KI*	*KL*.
96	17	*bc*	*be*.
106	9	encima esté debaxo	arriba esté abaxo.
	36	á la margen del últ. §.	póngase Fig. 5. Lám. 15.
107		al lado del segundo §.	póngase Fig. 2. Lám. 15.
118	14	Lám. 15.	Lám. 16.
128	28	hágase presente.	téngase presente.
134	5	segun en	segun sea.
139	*margen*	Fig. 5.	Fig. 6.
	31	*ikl*	*ikb*.
151	12	*C*	*E*.
153	14	Lám. 23.	Lám. 24.
182	20	conseguirla.	conseguirlo.
186	penúltim.	canal se	canal no se.
192	16	haciendo	se hará.
	31	preciso mas	preciso no mas.
195	18	paises altos	paises mas altos.
201	12	cuidarlas	cuidarlos.
203	26	caidas.	caidas de las inclusas.
215	32.	aguas	aguas que hay ó entren quando llueve.
219	34 y 35	espolones en ala	ó alas.
	35	*F*, alas.	*F*, esquadras de las alas.
227	2	segunda	primera.
228	22	viniendo de extrema	viniendo del extremo opuesto.
238	20	tierra por cuyo	tierra sin revestido de mampostería ó fábrica, por cuyo
	33	de las	de algunas de.
239	33 y 34	popa á lo acostumbrado	popa por lo ordinario.
241	5	mas largo.	mas ancho.

341

Pág.	*Lin.*	*Dice.*	*Léase.*
241	6	y lo suficiente	y largo lo suficiente.
247	21	9 pies	9 pies 4 pulg.
248	21	$9\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{3}$.
	21	cada pie	cada 14 pulg.
	24	$3\frac{1}{2}$ pulg.	3 pulg. 4 lin.
257	17	ganchas	gauchas.
260	8	si	aun quando.
264	6	caido	vuelto á caer.
	14	rebaxos	rebaxos ó rehundidos.
	21	bronce	bronce ó de silleria.
267	10	10 pulg.	11 pulg.
	21	6 pies	4 pies 8 pulg.
	21	1 pulg. 6 lin.	1 pie 5 pulg. 6 lin.
268	1	3 pulg.	2 pulg.
	15	3	estos 3.
269	6	pico	ángulo del pico.
	13	muescas	muescas ó rebaxos.
272	32	24 pulg.	28 pulg.
275	22	escarpa de 7 pulg.	direccion de 7 lineas.
279	1	untas	juntas.
	6	4 pies 6 pulg.	4 pies 8 pulg.
	20	9^{p} 4^{p} á 11^{p} 8^{p} cúbicas.	12^{p} 19^{p} á 15^{p} 23^{p} cúb.
280	34	9 pulg. 9 lin.	1 pulg. 9 lin.
284	19	á 10 pulg. 6 lin.	á 14 pulg.
	22	28 pies	25 pies.
	31	49 pies	29 pies.
285	última	11 pies 6 lin.	11 pies 8 pulg.
286	3	1 pulg. 4 lin.	$9\frac{1}{3}$ lin.
	4	6 lin.	6 pulg.
	5	1 pulg. 4 lin.	$9\frac{1}{3}$ lin.
	7	122 pies.	126 pies.
287	10	largo	luz.
288	6	8 lin.	8 pulg.
	28	2 lin.	8 lin.
	33	se echarán otras	se echarán otras dos en el piso, y otras.

NOTA. *Si algun lector no se enterase bien de los dos primeros párrafos de la página* 100, *podrá acudir al núm.* 921 *del tomo primero de mis Principios de Matemática, segunda edicion.*

IN-

INDICE

De lo que se contiene en este Tratado de Arquitectura Hidráulica.

De

Par-

TRA-

TRATADO
DE ARQUITECTURA
HIDRAULICA.

1 El objeto de la Arquitectura Hidráulica es, segun diximos tiempos ha, la edificacion de las obras aquáticas, que por muchas y muy varias, son causa de ser tambien muy dilatada esta segunda parte de nuestro tratado de Arquitectura. Porque á ella toca enseñar como se fundan edificios en el agua ó sitios lagunosos; como se construyen y fortifican las paredes de las albercas, estanques y qualesquiera depósitos de agua; como se resguardan ó reparan las márgenes de los rios, se les rompen nuevas madres, se hacen navegables y útiles para fertilizar con el riego las tierras, y moler los granos que sirven de alimento al hombre; como se salvan los rios que cortan los caminos; como se aprovecha el agua para los usos domésticos, bien guiándola por encañados á las fuentes de las poblaciones, bien recogiendo, para guardarlas en algibes, las aguas llovedizas. Pero ademas de estas hay otras obras hidráulicas de no menor dificultad, quales son los canales de navegacion, que se hacen sin el auxîlio de los rios, la construccion y reparo de los puertos de mar, muelles, plazas de guerra marítimas, &c. todas fábricas á qual mas importante para una nacion que mire con algun amor al comercio, y cuente por suyos muchos mares.

2 Podemos, pues, reducir á seis los empeños de la Arquitectura Hidráulica. 1.° fundar edificios en el agua; 2.° contrarestar el empujo de las aguas detenidas, y la violencia de las corrientes; 3.° aprovecharlas para la navegacion, el riego y los molinos; 4.° guiar para los usos domésticos por encañados á las fuentes el agua de los rios ó manantiales; 5.° recoger la de las lluvias en depósitos donde se guarde pura y saludable; 6.° fabricar puentes. Estos son los principales asuntos que hemos hecho ánimo de declarar en esta obra, luego que propongamos algunas advertencias preliminares de no poca importancia.

ADVERTENCIAS GENERALES para los que encargan, ó se encargan de obras hidráulicas.

3 Las obras hidráulicas, sobre ser tan importantes como hemos dicho, son quasi todas muy largas, de mucha dificultad, y por lo mismo sumamente costosas: muchas de ellas se hacen en aguas corrientes que en todas las estaciones del año estorban no poco la edificacion, y en otras derriban lo edificado ya, como no haya llegado á términos de poder resistir la violencia de la corriente; siendo forzoso que, para precaver este daño, apresure bastante el Arquitecto la fábrica. Sin embargo, la obra se hará en menos tiempo, con menos costa y riesgo, siempre que vaya ideada con tino su forma, elegido con acierto su sitio, y haya prevencion de materiales, y abundancia de obreros.

Pero esto, que, sin duda alguna es fundamental, aun no basta; el hombre autorizado que hubiere de encargar la empresa debe buscar malicia, si acaso le faltase, para oir á los autores de los diferentes pensamientos y arbitrios que se propusieren; armarse de entereza para despreciar los empeños; tener presente que en algunos arbitristas es dolo refinado ofrecer que harán muy barata una fábrica; porque si camina con lentitud, suelen disculparse con que la consignacion es corta; hacen falsa la obra para que les quede mayor ganancia, ó sea mayor el latrocinio; esperanzados de que por poco que dure, menos durará todavía el Ministro á quien engañaron, y sindican de ruin, ó quando menos de mezquino. Las obras públicas han de ser eternas, dice Alberti; ninguna lo será si no fuese sólida, hecha con material suficiente y bueno. Con cortos medios no es posible hacer cosas grandiosas y duraderas; de una obra hidráulica pende á veces la restauracion de un gran pueblo, de una provincia, de todo un reyno, ¿quien se ha de parar entonces en el coste? Las grandes empresas no se executan sin grandes gastos; y tiempo vendrá que sin queja, sin violencia volverán por sí las sumas gastadas, y con exceso, á las manos que las hubieren franqueado. Confieso que á ningun hombre ladron

co-

conocido se le pueden fiar empresas donde haya de manejar ó recetar dinero; pero si fuese de tan acreditada habilidad, que puesta á su cargo la obra sea seguro y cumplido el éxîto, debe empleársele, debe preferírsele á todos los demas: arrinconarle, ahorcarle tambien costaría poco; pero muchísimo mas costaría hallar otro facultativo para ponerle con igual satisfaccion en su lugar. En todas las repúblicas hay hombres malos menesterosos, y con alguna vigilancia pueden precaverse muchos de sus fraudes.

4 Para las obras de este género es principio fundamantal que los pensamientos sean todos grandiosos, todos encaminados á fines altos. La economía solo cabe en la execucion; pero en la invencion las miras, todas deben ser dilatadas. Si, como piensan algunos, es peligroso soltar las riendas á la fantasía, acaso lo es mas tirarla demasiado del freno. Bien podrá ser que en el primer caso se dexe alucinar el artista de pensamientos mas aparentes que fundados, y haga gastos inútiles; pero en el segundo obrará con timidez, con pusilanimidad; y temeroso de aventurar algo, nada hará, pareciéndose á un hombre, que por no cansarse caminando se estuviese siempre echado.

Todo hombre que desea acertar la construccion de una obra hidráulica, ninguno debe desechar de quantos pensamientos se le propongan; todos merecen exâminarse, sin que pueda retraerle de mandarlos reconocer el trage, el estado ó la profesion de los que se los presentan, aunque no sean facultativos. Hombres prácticos busco yo, dicen algunos. " Sí (dice Mr. Linguet) „ tengo á los prácticos por muy seguros en hacer las maniobras „ á que están acostumbrados; téngolos por muy buenos quando „ se trata de seguir la mecánica que han aprendido; pero tam„ bien veo que rara vez tienen espíritu para apartarse del ca„ mino trillado.

„ Siempre que un Ministro, un particular quiera una obra „ hecha por las reglas comunes, eche mano muy enhorabuena „ de los que las estudian; pero nada espere de estos facultati„ vos, que parezca repugnar, ni remotamente siquiera con sus „ principios, nada que pueda moverlos á que los apliquen por

„ otro término que el que saben. Son niños, que no saben dar
„ un paso solos, titubean, y se caen luego que se los suelta de
„ los andadores.

„ Es cosa muy singular, pero muy cierta, que en todas
„ las artes los inventos con que mas se honran no son descu-
„ brimiento de sus profesores. Ingenieros habia quando se des-
„ cubrió aquel mortal secreto que dió nacimiento á la artillería
„ moderna; sin embargo no son ellos á quienes tiene que agra-
„ decer el género humano este don funesto: Ingenieros tam-
„ poco fueron los inventores de las grandes inclusas con puer-
„ tas, que sirven para poner freno á los rios, y al mismo mar.
„ Tantas máquinas portentosas que en las fábricas de Leon
„ desnaturalizan los metales, dando al oro y á la plata la fle-
„ xîbilidad de la seda, son invenciones de algunos obscuros
„ obreros. Luego que mecánicos con patente han querido in-
„ tervenir en ellas, lo único que han adelantado ha sido que-
„ dar avergonzados, y manifestar su incapacidad.

„ Es, pues, injusticia preocuparse contra un hombre que
„ viene proponiendo una cosa nueva, solo porque no está en
„ la lista de los de la profesion. El dictado de literato, si acaso
„ le mereciere, tampoco es una razon para despreciar lo que
„ diga; y si, aunque no exercita un arte, se hubiere dedicado
„ al estudio de los conocimientos que forman los artistas, no
„ podrá menos de llevarles mucha ventaja. En las cosas sabi-
„ das los igualará, porque no dirá absurdo alguno; en las nue-
„ vas los excederá, porque manifestará con elegancia, y sobre
„ todo con claridad pensamientos de algun fundamento.

„ Este último mérito les falta por lo comun á los facultati-
„ vos, tanto que qualquiera que lea sus escritos tendrá por fal-
„ sa la máxîma que lo que bien se concibe bien se explica. Aun
„ en los asuntos que mejor saben, hablan con tal embarazo,
„ que no se les entiende. Su obscuridad quasi siempre desati-
„ na á las personas ilustradas, el desaliño de sus escritos abur-
„ re indefectiblemente á los ignorantes; y como los señores de
„ obra son por lo comun mas de la segunda clase que no de la
„ primera, aun quando les proponen pensamientos útiles en
„ la

„ la substancia, los aburren con la forma, desdeñan estos, olvi-
„ dan, sin que se les pueda culpar, memorias secas y cansadas;
„ perdiendo los facultativos sus autores la ocasion de exercer su
„ habilidad en el terreno por no saberla lucir en el papel."

5 Los pensamientos de que debe desconfiar el público que desea, necesita y costea una obra, son los de aquellos arbitristas notoriamente desacreditados. ¿Que puede esperarse de un hombre arruinado el qual viene proponiendo que hará una acequia, abrirá un puerto de mar, romperá un canal navegable? Si se arruinó engañando, es un pícaro; si engañado, es un mentecato. Sé que un Ministro, á pesar de su recta intencion y desconfianza, puede ser sorprendido; pero si por fortuna llegare á conocerlo, debe á su opinion é integridad, á la confianza del Soberano, al bien público el sacrificio de confesarlo, desistiendo de la empresa, ó mudando de mano. Olvide, si por desgracia en algun tiempo la hubiere oido, la abominable máxîma de que el Gobierno no ceja; el Gobierno se compone de hombres; y los hombres, ocupen los empleos que ocuparen, hombres se quedan.

Con la misma desconfianza debe oir las dudas y quejas con que muchos intentaren preocuparle contra la empresa, ó desquiciar de su concepto al sugeto que la tuviere á su cargo. La malicia so color de zelo del bien público, la temeridad con capa de suficiencia, la codicia con la mascarilla del desinteres, la envidia con todos estos honrados sobrescritos, todo se coligará para hacer sospechosas, por acertadas que sean, y tambien frustrar las medidas con que se procurare el buen éxîto de la empresa. " No faltaban (dice Mr. de la Lande) hombres de mu-
„ cha malicia y poca instruccion que intentaban desacreditar
„ los medios de que se valia Riquet (*): decíase entonces que
„ debia aprovecharse el rio Lers, como un canal abierto por la
„ misma naturaleza, y no hacer el gasto de romper otro nue-
„ vo en un terreno desconocido. Pero no era practicable este
„ pensamiento por correr el rio por una pradera que toda se
„ inunda en tiempos lluviosos, y donde no era posible hacer
„ un anden seguro, y en todos tiempos transitable; las inclu-
„ sas, con detener las aguas, hubieran hecho mayores las inun-

(*) El autor del canal de Languedoc.

„ daciones de las tierras. Finalmente como nace aquel rio de
„ una fuente poco abundante, y proviene su caudal de aguas
„ lluviosas que acarrean mucha arena y cieno, el canal se hu-
„ biera cegado muy en breve, sin ninguna proporcion de lim-
„ piarle y desaguarle.

„ En el estado que están las cosas, escribia Froidour ha-
„ blando del mismo canal, está la obra tan adelantada, que me
„ atrevo á asegurar que en el discurso de un año estará con-
„ cluido el canal en términos de poderse navegar sin la menor
„ duda. Sin embargo, si Vm. dá oidos á las gentes del pais,
„ apenas se hallará uno que no porfie en que esta empresa ha
„ de salir mal; porque ademas de las preocupaciones de la ig-
„ norancia, muchos hablan mal de la obra por malicia ó ven-
„ ganza, acaso porque para hacer el canal se les ha quitado al-
„ guna tierra sin pagársela doblado ó triplicado su valor como lo
„ esperaban. Lo mismo oirá Vm. á hombres descontentadizos,
„ hechos á desaprobar y desacreditar todas las empresas extra-
„ ordinarias. Otros hay tan malsines que solo hablan mal de
„ ello por la envidia y los zelos que tienen del mérito y la for-
„ tuna del señor Riquet. Y finalmente, como hay en esta pro-
„ vincia muy pocas personas impuestas en estos asuntos, é in-
„ teligentes en esta casta de obras, muchos repiten como ecos
„ lo que oyen á los demas. Despues que han visto que la zanja
„ ha encaminado las aguas de la montaña negra al estanque de
„ Naurouse; que desde este se podian abrir canales hasta los
„ manantiales de los rios, que por uno y otro lado desaguan
„ en la mar; y que los mismos canales podrian proseguirse á lo
„ largo de los rios, ó servir los mismos rios ensanchándolos, y
„ haciendo las obras necesarias; despues que todas estas cosas
„ se han visto patente y palpablemente, nadie duda ya de la
„ posibilidad de la empresa. Todos los tiros se dirigen desde
„ entonces á las obras, y las han desacreditado en tal manera,
„ que pueda atribuirse á milagro el encontrar un hombre solo
„ siquiera que no porfie en que esta obra nunca saldrá bien."

6 Cortada desde muchos siglos la comunicacion del puerto interior de Brindis con el exterior ó con la mar, habia totalmen-

te

se decaido de su antiguo explendor aquella ciudad. Porque formadas quasi al pie de sus muros lagunas cenagosas y montones de alga podrida, habia llegado á tal extremo la infeccion del ayre, que de cinco mil personas á que ascendia su poblacion habian muerto 447 desde Noviembre de 1774 hasta fines de Octubre de 1775, que es la oncena parte de su poblacion, y doblado número de los muertos que en el mismo intervalo de tiempo señalan los calculadores en las grandes ciudades. A vista de tan espantosa mortandad, que no podia menos de convertir aquella ciudad en un desierto, determinó el Rey de Nápoles abrir la comunicacion, cuya empresa encargó á D. Andres Pigonati, quien tuvo la fortuna de llevarla á su conclusion. ¿Quien creerá que estando abierto, bien que no perfeccionado, el canal que habia de servir y sirve con efecto de comunicacion entre el puerto y el mar, hubo quien intentase, no solo desacreditar la empresa, sino pintar su logro como una calamidad para Brindis? "Era cosa graciosa (dice Pigonati) oir entonces en la ciudad de Brindis á no pocos de aquellos doctores del vulgo, cuyo número es bastante crecido en todos los pueblos, cuyos doctores iban publicando que las providencias dadas, lexos de encaminarse á la restauracion de la ciudad afligida, el abrir el puerto y cegar las lagunas habia de acarrear su último exterminio: fundándose en que introducidas por el canal de comunicacion las aguas de afuera, no podian menos de sumergir la ciudad, qual otro diluvio. De aquí era, que aun aquellas personas que se reputaban por de mas sano juicio tenian por seguro este daño á lo menos para el barrio mas baxo; porque considerando la inmensa saca de fango, y en conseqüencia la desproporcionada cantidad de agua que se abocaria al puerto, pronosticaban á este sumergimiento, y ruinas para los vecinos, y por consiguiente de éxîto desgraciado la obra. La pasion que á muchos domina de realzar el mérito que sin fundamento alguno se atribuyen, y el amor propio que tienen mucho mas exâltado que no el amor del próximo, les persuade á que pueden dar voto en todos los asuntos. Esta es la verdadera causa por que muchos deciden

„ osados de todo lo que no entienden, quienes siempre tie-
„ nen, á impulsos de una especie de simpatía, la aprobacion
„ de todos los que se les parecen; hallando unos y otros que
„ ridiculizar sin fundamento en las obras hechas con el sudor
„ de los que saben trabajar, aunque se enderecen al bien co-
„ mun." No paró aquí la oposicion; llegó á términos de coechar á los hombres que tenian hecha obligacion de llevar algunos materiales, sobre todo la piedra.

7 Pero estas obras hidráulicas, cuya importancia, coste y dificultad tanto ponderamos, ¿se han de hacer y cuidar de cuenta del Rey, ó de cuenta de particulares?

„ No hay cosa mas perjudicial (dice Mr. Linguet, hablan-
„ do de canales navegables) para las empresas de este género,
„ que hacerlas patrimonio de un corto número de particulares,
„ porque suelen faltarles medios, y despues de gastar mucho
„ se queda empantanada la obra. Por una preocupacion lasti-
„ mosa, pero incurable, no se prosigue, atajando con su pri-
„ vilegio la arruinada compañía á los que podrian llevar ade-
„ lante lo que ella no puede concluir; se mantiene fiera sobre
„ sus ruinas, y su cédula es un espantajo que á nadie permite
„ acercarse.

„ Si los asociados que la componen salen con su empresa,
„ so color de reintegrarse de los desembolsos, se quitan ellos
„ mismos los medios de sacar el fruto. El canal de Languedoc,
„ á pesar de su fama, es de corto producto (*), siendo en par-
„ te la causa los derechos excesivos que pagan los géneros que
„ por él pasan. Mas de un canal conozco en Francia que la
„ misma causa inutiliza, y hace por consiguiente gravoso para
„ sus dueños.

„ Toda empresa, cuyo objeto es la pública utilidad, debe
„ executarse y administrar por el público; la ciudad, ó á lo me-
„ nos la provincia, que ha de sacar el beneficio, ha de hacer
„ todas las anticipaciones, y no debe pensar en reintegrarse
„ del gasto, sino con el provecho que se les siga á sus naturales.

8 Refiere Mr. de la Lande, que habiéndose suscitado en el Consejo del Rey de Francia, quando se acordó la construc-

(*) Mas adelante se verá lo contrario.

cion

cion del celebrado canal de Languedoc, la duda que hemos propuesto, se decidió que obra de tanto coste, la qual requeria tanta vigilancia y habilidad, no podia fiarse, sin gravísimos inconvenientes, al cuidado y administracion pública; siendo mas acertado fiar su desempeño y conceder la propiedad perpetua é irrevocable á un particular inteligente, capaz de cuidar la obra, por su mismo interes como cosa propia con continuada vigilancia. Movido de estas consideraciones concedió el Rey en los términos expresados y con cláusulas sumamente honoríficas la propiedad de aquel canal á Riquet autor del pensamiento, cuya familia le posee aun hoy dia.

" No se puede negar (añade Mr. de la Lande) que se des„ pachó con sumo acuerdo esta cédula de propiedad, pues „ aseguraba para siempre la solidez y duracion del edificio que „ se iba á construir. El pundonor, el agradecimiento, el inte„ res, todo debia mover la familia propietaria á buscar quantos „ medios cupiesen para encaminar el canal al estado en que „ está el dia de hoy. Al propietario le tenia mucha cuenta ha„ cer todas las obras con solidez y economía; la vigilancia del „ ministerio público, que le estaba incesantemente fiscalizan„ do, le amagaba con su rigor al mas leve descuido, mientras „ el derecho señalado en dinero, el qual perdiendo de su va„ lor con el discurso del tiempo y habia de ser menos gravoso „ al público, no podria menos de estimular los propietarios „ para resarcir el menoscabo de su renta, á construir molinos, „ comprar y cultivar las tierras inmediatas á las orillas del ca„ nal. Para proporcionar la compra de estas tierras, era indis„ pensable que una conservacion perfecta facilitara y aumenta„ ra el comercio por el canal; y se puede pronosticar que con „ el tiempo llegará al mayor término de perfeccion; se man„ tendrá solo con medios de industria y las adquisiciones de „ sus dueños; reduciéndose al último quasi á nada el derecho. „ Así la disposicion de la cédula afianzaba la solidez y las me„ joras del canal, por medios que ni la escasez del Real Era„ rio, ni las desgracias del Estado podian frustrar."

9 Segun las disposiciones que se dén para que haya abundan-

dancia de obreros, y procurar su subsistencia y conservacion, y el modo de hacer algunas maniobras, sobre muy penosas muy mal sanas, se adelantan ó atrasan las obras hidráulicas. En algunas estaciones del año es mucha la escasez de jornaleros; así que llega el Agosto, la vendimia, los mas se desaparecen; hombres, mugeres, muchachos parece que todos se dán el santo; espigar, rebuscar es, para los últimos especialmente, trabajo divertido, y de tan poderoso atractivo, que por ningun camino se puede atajar la desercion.

Este es, conforme se vé, un inconveniente de mucha gravedad, que por lo mismo importa indagar como se pueda precaver. Precavido estará si acertamos á determinar los medios de executar las obras públicas de la Arquitectura Hidráulica, que se reducen las principales por lo menos, á caminos, puentes, canales navegables, &c. sin que nunca jamas puedan padecer interrupcion por falta de obreros.

Los pareceres son muy varios acerca de este punto, y esto manifiesta su gran dificultad: discuerdan mucho unos de otros hombres muy sagaces, y arquitectos de mucha práctica y experiencia. A mí no me cabe aqui lugar para tratar de propósito la cuestion: me ceñiré á proponer por mayor las razones de los que opinan que se encargue á la tropa la construccion de estas obras, y los argumentos de los que son de muy contraria opinion.

Entre los primeros es muy señalado el famoso Mr. Linguet, escritor algunas veces atrevido, siempre enérgico. Sabe sin duda alguna el arte de esforzar la razon, quando la tiene, pero no siempre el don de suavizarla; y aun quando no consigue persuadir á sus lectores, logra por lo menos alucinar á los mas.

¿De que medio, pues, se ha de echar mano para que nunca falten obreros? ¿Adonde se han de ir á buscar? A ninguna parte, bastantes hay, solo falta emplearlos; los hallaremos donde los hallaban los Generales Romanos, que con asombrosa brevedad hacian obras inmortales. " Todos tenian (dice " Linguet) tropas á sus órdenes; todos mandaban exércitos

" mas

„ mas ó menos crecidos; no habia mas asentistas que ellos,
„ ni mas peones que sus soldados. El General se hacia arqui-
„ tecto, y los legionarios peones y albañiles: cincuenta mil
„ manos, dirigidas por una sola cabeza, envestian todas jun-
„ tas con el sitio donde se habia de romper un canal, ó le-
„ vantar un anfiteatro: dexaban el broquel por la piqueta; y si,
„ como dice uno de sus historiadores, la tierra obedecia gus-
„ tosa arados coronados de laureles, con igual docilidad obe-
„ decia azadones dignos de ataviarse con la misma gala.

„ ¿Por que no nos aprovechamos de tan admirable econo-
„ mía? ¿No hemos tomado de la administracion romana todos
„ los abusos que la inficionaban? ¿No hemos adoptado de in-
„ tento ó incorporado en la nuestra la multitud de sus leyes,
„ los enredos de sus formalidades? ¿Por que hemos, pues,
„ abandonado lo que constituía la basa y el poder de la mis-
„ ma administracion, tan imperfecta por un lado, y por otro
„ tan admirable? ¿Por que no imitamos á los Romanos, pri-
„ mero en el cuidado con que procuraban atajar la excesiva
„ multiplicacion de los soldados, despues en el empeño con
„ que los ocupaban en tiempo de paz en adornar el estado,
„ luego que dexaban de ser necesarios para su defensa?

„ La política de los Generales en este punto era la mas
„ util y mas cuerda: nada temian tanto como dexar ociosos sus
„ soldados; reconociendo por ley tenerlos incesantemente
„ ocupados, empleándolos en obras que habian de pasar á la
„ posteridad y servirla. Por este medio eran á un tiempo jor-
„ naleros robustos y guerreros obedientes; y no los espantaba
„ mas el polvo fecundo de la tierra que el lodo sangriento de
„ un campo de batalla.

„ No soy yo, lo sé muy bien, el autor de este saludable
„ consejo; no tengo el lauro de recordar el primero este medio
„ facil y poco costoso de executar en un momento las obras
„ mas portentosas. Hombres de mas entendimiento le han pro-
„ puesto tiempos ha con bastante eloqüencia y valor para des-
„ vanecer todos los pretextos con que se intenta impugnarle.

„ Se les ha respondido; porque con tinta y palabras á todo

„ se

„ se responde : ellos han perdido el tiempo en convencer hom-
„ bres que no querian ser convencidos. Por una parte se han
„ alegado muchas razones, por la otra muchos argumentos.

„ Los unos han probado con evidencia, que los soldados
„ podian cabar la tierra en paises de enemigos como en el suyo,
„ sin deshonrarse; y que el abrir un canal que cria hombres, no
„ era mas indecoroso que abrir una trinchera donde se degüellan.

„ Los otros han procurado persuadir que era una indecencia
„ pedirle á un soldado en tiempo de paz otra cosa que tener sus
„ armas en buen estado, y adiestrarse en los exercicios militares.
„ Nadie ha tocado la verdadera razon, por que se entorpece
„ hasta ahora la milicia en la ociosidad de una guarnicion, y
„ son inasequibles tantos proyectos, que no es posible poner
„ por obra sin su auxîlio.

„ Si bastáran exemplares para avergonzarnos de nuestra
„ estupidez, de nuestra floxedad en los puntos que acaban de
„ tocarse, los hallaría en otras muchas naciones que tenemos la
„ avilantez de desdeñar. Siempre que hablamos de los bárba-
„ ros es con desprecio : los miramos como pueblos sepultados
„ en una barbarie destruidora, y mas á propósito para derribar
„ que para levantar monumentos gloriosos.

„ Sin embargo, un solo Soberano de esos que llamamos
„ bárbaros executaba en medio de una diversion proyectos ca-
„ paces, por vastos, de acobardar toda nuestra Europa. La his-
„ toria de Tamorlan refiere que cazando un dia en una de aque-
„ las desiertas llanuras de Asia, mas adequadas al parecer para
„ sepulturas de hombres, que para facilitar proporciones al co-
„ mercio, mandó trazar sobre la marcha á su vista, un canal de
„ diez leguas de largo, el qual el mismo dia se empezó, y an-
„ tes del mes quedó concluido. No es esta singular aventura la
„ única que trae la historia de aquel tremendo conquistador. Pa-
„ ra estas ocasiones se valia de las mismas manos que tan bien le
„ habian servido en las batallas. Aquellos guerreros disciplinados
„ por él, enriquecidos á sus órdenes con los despojos de Asia,
„ no se desdeñaban de revolver la tierra que tantas veces habian
„ ensangrentado. Héroes invictos y peones incansables, igual

„ va-

„ valor mostraban en sus afanes pacíficos que en sus trabajos
„ sangrientos : abrian con la piqueta manantiales de poblacion
„ en los mismos desiertos que habian hecho con su espada."

¡Que bien pintado! El edificio parece hermoso, pero carece de cimiento. Si nuestos soldados se han de ocupar en la edificacion de las obras hidráulicas, solo porque los Romanos emplearon sus legionarios en la construccion de las suyas, ninguna podremos encargarle á nuestra tropa.

Sin auxîlio de sus legiones concluyeron los Romanos 10797 leguas de caminos para comunicacion de Roma con las demas partes de su imperio. Por el año 442 de la fundacion de Roma se construyó la via Apia; por el año 512, la via Aurelia; por el año 533, la via Flaminia, todas á costa del erario.

El reparo de los caminos de Italia le pagaba de su dinero el Emperador Vespasiano; el reparo de los demas caminos le cuidaban por carga concegil los pueblos conquistados.

Pero aun quando los Romanos hubieran aplicado sus legionarios á la construccion de las obras públicas, no bastaría su exemplo para autorizarnos á hacer lo mismo; es mucha la diferencia que vá de las constituciones y exércitos de las naciones modernas á los exércitos y constitucion de aquella República. Cuya diferencia no permite tomar por norma en este punto lo que los Romanos practicaron. Procuraré probarlo.

Los soldados empleados en la construccion de los canales ó caminos v. gr. nó pueden menos de estar acampados ó alojados en barracas, porque los vecinos de los lugares y aldeas no se prestarán gustosos á darles alojamiento; y si por fuerza se les obliga á que se le dén, lo mirarán como una violencia, sin pararse en el beneficio que de la obra se les ha de seguir. Por otra parte ¿donde podrán alojarse numerosas quadrillas, distantes á veces tres, quatro y cinco leguas de todo poblado? No encontrándose pueblos de bastante consideracion donde quepan todas sino á distancias mucho mayores. Y si los soldados han de andar dos veces al dia tanto camino, se adelantará poco la obra, y gastará mucho tiempo y dinero.

Al soldado se le habrán de dar, sin que jamas le falten, her-

herramientas que tal vez cuidará poco; de las quales se necesitarán repuestos ambulantes como las quadrillas, á fin de que la obra no padezca interrupcion alguna; será indispensable llevar á los hospitales inmediatos los soldados enfermos ó heridos; será, pues, necesario hacer el gasto y cuidar de tiendas y herramientas, ó construir barracas; si no, será forzoso cargarle al pueblo un impuesto muy oneroso, del qual se seguirá el desorden de las costumbres, y gastos de carruages para llevar los enfermos á los hospitales; al soldado se le habrá de proveer de pan, vino, legumbres, de cuyos frutos consumirá mucho porque trabajará mas; gastará mas camisas, zapatos y uniformes, como no se le dé para trabajar una vestimenta de menos coste; por todos estos motivos habrá que retenerle algo de su jornal, ó pagársele menos. Demos que lo que se le retenga sufrague para todos estos gastos, ¿y las tiendas, las barracas, las herramientas, las carretillas, &c. quien las pagará? Si no se comprare mas que una cantidad determinada cada año, no será posible hacer cada año toda la obra correspondiente.

¿Pero quien asegura que el soldado desparramado en estas obras de caminos y canales no estará mas tentado de desertarse, y tanto mas inclinado á dexarse llevar de la tentacion, quanto mas cerca de las fronteras trabajare? No será nada extraño que su nuevo destino retraiga de sentar plaza á muchos mozos, quienes, los mas por lo menos, no se enganchan para ser peones de albañil. Entonces será mayor la dificultad de reclutar, menor el número de soldados *voluntarios*, mayor, por mas facil, la desercion, incompletos, por estas dos causas los Regimientos, y preciso apelar para completarlos, á medios nunca gratos, segun los genios, violentos y siempre perjudiciales.

Supongamos ahora que sobrevenga una guerra. Si solas las tropas han de hacer y reparar las obras públicas, estas quedan entonces abandonadas, en tal extremo que ni siquiera á su reparo será posible acudir. Si la guerra durare algunos años, los caminos se pondrán intransitables, los canales muy deteriorados, se estancarán las ganancias del comer-

merciante, y sacará poco beneficio de la venta de sus frutos el labrador, cuyos perjuicios se agregan á los que causa la guerra: viene la paz; y de repente, en un tiempo de apuros, porque hoy dia las victorias y las conquistas tambien empobrecen, se hace preciso gastar para la conservacion de las obras públicas tres y quatro tantos mas de lo que hubiera bastado al principio. Viene despues otra guerra, y trahe la funesta conseqüencia de poner los caminos eternamente intransitables, renovarse de contino los gastos, subiendo su reparo á un coste excesivo; de lo qual se seguiría que no habria ningun camino, ó por lo menos ningun camino bueno, y sería continuado el menoscabo de la agricultura y del comercio. De muy poco consuelo servirá decirnos que en tiempo de guerra todas las cosas están en un estado violento; que los gastos públicos deben posponerse á los precisos para apartar el peligro, y acudir á la defensa de la patria; será esta una razon de muy poco peso si fuese posible hallar medios de resguardar á la patria de otro golpe quando sus enemigos están empeñados en darle uno mortal.

La tropa podrá emplearse quando mas en construir puertos de mar, para cuyas obras es preciso tener á mano muchísimo número de trabajadores, prontos siempre que se necesiten, los quales ni sean gravosos al Estado quando para (lo que sucede con freqüencia) la obra, ni tengan que irla á buscar á otras partes, como lo harian si se hiciese con jornaleros.

Debe servir igualmente para agotar el agua de los cimientos de los puentes, por la precipitacion con que deben hacerse estos agotamientos, sin padecer interrupcion alguna, lo que no consienten las labores del campo, por estar labores y agotamientos en su mayor fuerza al mismo tiempo. Podria servir tambien la tropa para desaguar las tierras pantanosas; y por lo que toca á caminos y canales, serian utilísimas para executar escavaciones y terraplenes de mucha consideracion, porque en estos trabajos es posible tenerlas juntas, y atendido lo mucho que suelen durar, se les podria hacer á correspondiente distancia un alojamiento fixo, si no le hubiese ya;

continuándolos en tiempo de guerra por jornaleros del pais.

10 De poco servirá tener abundancia de obreros, sean soldados ú hombres del campo, si no se procura con todo cuidado precaver las enfermedades, las tercianas sobre todo, de que son un manantial las obras hidráulicas, por causa de la humedad y del sereno. Las excavaciones sobre todo son de gravísimo é inminente perjuicio para la salud de los obreros, por cuyo motivo se ha discurrido para executarlas un método nuevo, mucho menos dañoso que el antiguo, el qual vamos á proponer copiando las palabras del claro y nervioso autor que le ha discurrido.

" No podria decirlo todo sin repetirme ó ser difuso, ó sin „ descubrir tal vez muchas cosas que no todos deben saber. Los „ que me acriminan porque los he sabido divertir, me perdo„ narian naturalmente mucho menos el que me atreviera á can„ sarlos. Los que se quexan porque no les he dado bastante „ luz, mas se quexarian todavía si se la diera sobrada. Me „ pondria á riesgo, ó de hacerlos bostezar, ó de mostrarme de„ masiado instruido. Mas cuenta me tendrá no pasar de aquí.

„ Sin embargo Vm. desea saber á quanto ascenderá el gas„ to de qualquiera de las dos empresas. A la verdad no lo sé; „ y este es un punto del qual he cuidado poco. He considera„ do la posibilidad y el beneficio de ambas; pero por lo to„ cante al gasto, como nunca tendré que intervenir, ni tam„ poco entraré á la parte de la ganancia, no he parado la con„ sideracion ni en uno ni en otro. Esto debe preguntarse á los „ hombres de la facultad; á ellos toca formar los abances, pon„ derar las dificultades para que se les pague mas, multiplicar „ las obras para asegurar mayores ganancias.

„ A mí no me arman estas tretas que son lo esencial del ar„ te, y manifiestan la habilidad de los que la exercitan: como „ estos puntos son verdaderamente de su incumbencia, no me „ empeño en su discusion. Sola una pregunta les haré, que por „ nueva es algo de la mia. En vez de preguntar como se ha de „ señalar el gasto, quisiera saber si hay modo de minorarle.

„ Paso á un parage donde se está haciendo una gran„ de excavacion; miro con cuidado las herramientas con

„ que

„ que se executa. Veo azadones, piquetas, palas y carreti-
„ llas. Reparo tambien que para quitar la tierra hay tres ope-
„ raciones que hacer: la primera es separar la tierra rom-
„ piéndola con el azadon, ó rasgándola con la piqueta; la
„ segunda echarla con la pala en la carretilla; la tercera lle-
„ varla á otra parte.

„ Los hombres del arte no piensan ni en facilitarlas,
„ ni en abreviarlas. Ven sin piedad á los infelices peones ago-
„ viados de un trabajo que se les podria aliviar. Por un des-
„ cuido que no se concibe cierran obstinados los ojos, y no
„ se detienen á reparar instrumentos mucho mas expeditivos,
„ de los quales otras artes echan mano, y conocidos de to-
„ dos.

„ Dos veo sobre todos: el uno para llevar la tierra; no
„ es dificil de adivinar, sin embargo no le nombro, por-
„ que al cabo bien merece que se me pregunte: el otro para
„ romperla: este sirve todos los dias, todos los dias estamos
„ admirando su utilidad; es el arado. Es muy de estrañar
„ que se aproveche toda su fuerza para aquellas excavacio-
„ nes ligeras que no pasan de la superficie de la tierra, y
„ que no se tenga presente para estas labores profundas que
„ calan mas adentro en sus entrañas.

„ ¿Que hace el peon cabando con el azadon? Arran-
„ ca á pedazos ó motas una superficie de unas seis pulgadas
„ de grueso. Quitada esta, pega con la que está debaxo: se
„ va internando poco á poco, siempre baxando perpendicu-
„ larmente; repitiendo así de mano en mano la maniobra,
„ acaba al cabo de tiempo el vaciado que se le encargó.

„ ¿Que hace un labrador con su arado? Levanta una
„ mota de tierra de algunas pulgadas de profundidad. Si des-
„ pues de quitada esta primer superficie hecha polvo, manda
„ al arado envista con la segunda, la quitará con igual faci-
„ lidad. Emprenda la tercera, prosiguiendo con las otras el
„ mismo trabajo, se conseguirá hacer el mismo vaciado que
„ antes; pero con dos muy notables diferencias. La primera,
„ el rompimiento será mucho mas pronto; la segunda, en lu-

„ gar de hacerse por columnas perpendiculares, se hará por
„ planos orizontales, cuya circunstancia proporciona infinitas
„ ventajas, haciendo al mismo tiempo mas cómoda y menos
„ mortal la operacion.

„ Que sea mas pronta, me parece que nadie lo duda-
„ rá; lo mas que un peon buen trabajador puede romper en
„ un dia son dos varas cúbicas de tierra en un terreno comun,
„ ni pedregoso ni arenisco. Un arado puede romper ochenta
„ en el mismo tiempo, suponiendo que el arado cale tres pul-
„ gadas no mas.

„ ¿Y la toba? se me preguntará. ¿Los guijarros? el agua?
„ Desde luego los dos primeros tropiezos no se encuentran en
„ todas partes; y no se habrá conseguido poco con facilitar la
„ operacion en todos los demas. En segundo lugar, donde
„ hay agua, el azadon y todos los instrumentos de brazos
„ son tan inútiles como el arado; y dentro de poco probaré
„ que con este instrumento es mas fácil de quitar una hu-
„ medad superflua. El transporte, aunque se haga con car-
„ retillas, no será menos embarazoso. Para darlo á entender,
„ especificaré como me parece que podria disponerse.

„ Plántense jalones en un trecho determinado del ter-
„ reno donde se ha de hacer la excavacion; señálese con dos
„ piquetes, ó si se quiere con dos surcos, uno á la derecha,
„ y otro á la izquierda, el ancho que ha de coger, y supon-
„ dremos sea de 20 varas. Se sabe que un arado puede re-
„ volver en un dia con ganado mediano un espacio de 1800
„ varas quadradas al poco mas ó menos. Pero como en la la-
„ bor de que vamos hablando tendrá que surcar tierras vír-
„ genes, que tal vez jamas se rompieron, supondremos que
„ no rompe mas que 1200 varas. Pártase, pues, el terreno
„ en porciones de 120 varas, y dénsele tres divisiones á
„ cada arado.

„ Esto supuesto, el labrador en todo un dia romperá
„ y preparará la primera; al dia siguiente pasará á la segun-
„ da, y dexará la otra á los carretilleros, quienes la víspe-
„ ra nada tuvieron que hacer. Se viene á los ojos que la tierra,

„ así

„ así recien revuelta, se quita y lleva sin mucha dificultad.
„ Los labradores van dexando á los lados pequeñas escarpas,
„ á fin de proporcionar un camino fácil á los carretilleros
„ para quando llegue mas abaxo la excavacion. Al segundo
„ dia el labrador les abandona la segunda division; pasa á
„ la tercera, y al otro dia vuelve á la primera, adonde irán
„ los peones en acabando de llevarse la tierra de las demas.
„ A este modo se van mudando hasta llegar á la profun-
„ didad que se desea.

„ Como la misma labor se estará haciendo á un tiem-
„ po en todas las divisiones de tres en tres, el terreno irá
„ baxando por igual en todas partes. El gran punto está en
„ proporcionar con tal tino el número de los peones que echan
„ la tierra en las carretillas, y de los que la sacan, con la
„ obra de los arados, que los unos sigan siempre á los otros:
„ esto viene á ser una especie de equilibrio fácil de acertar.

„ He dicho que por este método tambien se vencerá
„ facilmente el estorbo del agua en los parages húmedos;
„ no hay cosa mas fácil de entender.

„ Siempre que se hace una excavacion á manera de
„ pozo, conforme se hacen las mas, el agua baxa con los
„ obreros, transpirando por todos los poros del pozo que se
„ acaba de abrir; se junta en el fondo, y le inunda. Encár-
„ guese la excavacion á labradores, y no se experimentará este
„ inconveniente. Porque caminando siempre paralelos al nivel
„ del terreno, seguirán un declivio suave, bastante á facilitar
„ el escurrimiento de las aguas. Hágase al último de cada di-
„ vision una poza, del ancho del canal, poco mas baxa solo
„ un pie; una vez que á cada quadrilla de obreros le
„ tocarán tres divisiones, de las quales se labrarán solas dos
„ á un tiempo, el agua de la que descansare se escurrirá in-
„ defectiblemente á la poza. Póngase allí un peon con una
„ bomba ó un molino, si se quiere, y vaciará con gran fa-
„ cilidad la poza: secado por este medio el terreno superior,
„ no podrá menos de franquear una superficie accesible al la-
„ brador que la hubiere de arar al dia siguiente.

„ Quando hablo de molinos y bombas, no es á buen
„ seguro mi ánimo aconsejar que sirvan estas máquinas con-
„ forme sirven comunmente. Son máquinas útiles sin la me-
„ nor duda, bien que podrian discurrirse otras mejores; pero
„ mas tienen de imperfectas todavía por el modo de usarlas,
„ que no de útiles por el beneficio que procuran.

„ Siempre he estrañado que para estas operaciones, y
„ aun para todas las de la mecánica en general se haga co-
„ mo tema valerse solo de hombres, siendo así que no las
„ pueden executar bien sino con los pies. Solo en la grua y
„ las ruedas de los grandes husillos sirven así del modo mas
„ aventajado. En quanto á todas las demas máquinas, pare-
„ ce estudio emplearlas solo del modo que menos sirven; y
„ de ninguna manera se atiende al modo de usarlas en que
„ serian verdaderamente fuertes, y haría un hombre solo la
„ obra de muchos.

„ Es un hecho notorio que un obrero asido á una ci-
„ güeña, solo puede trabajar con una fuerza de 25 libras. Es
„ otro hecho de igual evidencia, que el mismo obrero andan-
„ do por una rueda del mismo diámetro que la cigueña, aña-
„ diendo su peso, puede hacer, sin fatigarse, una fuerza de
„ 200 libras. Aun quando el obrero no pesara las 200 libras,
„ sería fácil añadirle algun peso, que sin abrumarle, le hicie-
„ ra tan pesado. Y colocándole de modo que empujando con
„ los pies pudiera sostenerse ó asirse con las manos á algun
„ punto firme, llegaría á hacer una fuerza infinitamente ma-
„ yor, sin que por eso se cansara mas. Así obrará con una
„ fuerza ocho veces mayor.

„ Fuera de que un hombre no puede hacer un dia
„ entero la fuerza de 25 libras. En las cigueñas dobles de las
„ grandes bombas, donde trabajan ocho hombres, es preciso
„ dexarlos descansar; siendo regular que trabajen una hora sí
„ y otra no. Si la obra urge, es forzoso doblar el número de
„ obreros, á fin de que no padezca interrupcion, y pagar diez
„ y seis en lugar de ocho. Pero el hombre que trabaja con
„ su peso se fatiga muchísimo menos, y va mas apriesa. Se

„ pue-

„ puede hacer mayor el diámetro de su rueda, lo que no es
„ practicable con el de la cigueña. Todo bien considerado, es-
„ toy muy persuadido á que un hombre obrando como peso,
„ valdría por diez y once que trabajaran con los brazos.„

„ Nadie negará que el método propuesto para las ex-
„ cavaciones sea mas expedito; creo haber demostrado que
„ sería mas acomodado; me falta probar que sería menos mor-
„ tal.

„ Solo al oir hablar de revolver tierras se horrorizan
„ aquellos pocos hombres que la opulencia no ha hecho in-
„ sensibles, ó la esperanza del lucro desapiadados. Se afligen
„ quando oyen mentar esas obras magníficas que los Escri-
„ tores tanto celebran, muchas veces sin conocerlas, las qua-
„ les al cabo no son mas que vastos cementerios, donde tal
„ vez quedó sepultada toda la poblacion de una provincia.
„ Se lamentan de que la industria humana no pueda osten-
„ tarse sino á costa de la vida de los hombres. Se les caen
„ las lágrimas al considerar que para que algunos de ellos
„ disfruten superfluidades que solo el luxo ha hecho nece-
„ sarias, es forzoso sentenciar otros muchos á una muerte
„ cruel é inevitable.

„ Con efecto, las calenturas, las disenterias, los cóli-
„ cos se manifiestan muy pronto entre los obreros ocupados
„ en las excavaciones, devorando á estas infelices víctimas que
„ la opulencia sacrifica á su satisfaccion. Parece que la tier-
„ ra despedazada, quiera vengar sus heridas, emponzoñan-
„ do á sus enemigos. Arroja vapores sulfureos, arsenicales,
„ que les quajan la sangre, hacen pedazos las entrañas, é
„ introducen la muerte en sus venas.

„ Este daño será sin remedio mientras se use solo el
„ azadon. El peon agoviado ácia el suelo que rompe, res-
„ pira indefectiblemente sus exhalaciones. Sepultado todo el
„ dia en esta especie de hoya, ningun alivio tiene que es-
„ perar de los vientos que purificarian el ayre si pudieran
„ penetrar hasta allá. Si por la noche vá como á rastras á
„ juntarse con sus hijos, para partir con ellos el corto fruto

„ de sus sudores, tambien les lleva la semilla de muerte que
„ dentro de poco los dexará huérfanos. El labrador no tie-
„ ne por que temer esta lastimosa suerte; se escurre ligera-
„ mente por encima de la tierra, se queda derecho, y los
„ vapores, antes de alcanzarle, ya están disipados. Fuera de
„ que quasi siempre ara una superficie abierta, cuyos poros el
„ ayre y el viento han apretado, y sus exhalaciones no son
„ ni tan abundantes ni tan peligrosas. El ayre, que circula
„ desahogado en el dilatado foso por donde el arado se pa-
„ sea se lleva todo el veneno.

„ Un método que tantas ventajas encierra parece debe-
„ ría preferirse, aun quando no fuera mas que por la últi-
„ ma. Sin embargo no lo espero. ¿Que les importa al cabo
„ la vida de los hombres á los que dirigen las obras, ni á
„ los poderosos que las mandan construir?

„ Se oye hoy dia á los Loros de la Filosofia profiriendo
„ con énfasis á cada paso la voz humanidad al oido de los
„ ricos que la degradan. ¿Pero que fruto se saca de esta ba-
„ chillería? Divertir á lo mas á las mugeres y á los hom-
„ bres que se les parecen, ó llenar un hueco de una ora-
„ cion académica. ¿Vemos acaso ir en aumento la felicidad
„ y la virtud? ¿Los ricos acostumbrarse á dolerse de los ma-
„ les de los pobres? ¿Suplir con los sentimientos entre unos
„ y otros aquella preciosa igualdad que la injusticia de la
„ fortuna ha desterrado? Nada de esto vemos: antes todo
„ coadyuva á consumar la destruccion.

„ La infeliz humanidad, envilecida con el luxo volup-
„ tuoso de los unos, tanto como con la forzada baxeza de
„ los otros, se estraña de nuestros climas, donde no dexa
„ mas que su nombre. Huye á aquellas regiones venturosas,
„ que pueblos corrompidos tienen la avilantez de apellidar
„ bárbaras; y entretanto, de quantas acémilas el hombre ri-
„ co sacrifica á sus gustos en las naciones civilizadas, el po-
„ bre se queda la mas trabajadora y menos costosa.

„ No puedo pensarlo sin alterarme: con la tarifa que la
„ codicia del hombre opulento ha puesto al trabajo del po-
„ bre

„ bre, sucede que en todo lo que se llaman obras mayores,
„ sale mas barato hacerlas con hombres, que no con caba-
„ llerías.

„ El mayor jornal de un peon es de quatro reales; lo
„ mismo gasta una mula, pero los arneses corren por cuen-
„ ta del maestro; gasta herraduras, necesita un mozo que la
„ cuide. Todo este gasto debe añadirse al de mantenerla;
„ quando de sus quatro reales tiene que sacar el peon para
„ mantenerse y vestirse él y su familia, y para comprar
„ herramientas.

„ Si la mula enferma ó de fatiga ó de un torozon, cues-
„ ta dinero curarla; si se quiebra una pierna, si muere, es
„ un gran sentimiento para el maestro quando considera lo
„ que le costó. Pero el peon que trabaja con la piqueta
„ no cuesta dinero, ni cuidado alguno al que le dá jor-
„ nal. Quando sano, se le apura; quando enfermo, no se
„ le asiste; quando muerto, se le olvida: nada cuesta po-
„ ner otro en su lugar. Los campos son vastas paradas don-
„ de la opulencia ve multiplicarse, sin costarla ningun cui-
„ dado, una casta de animales robustos y bien mandados,
„ cuyo destino es vivir sufriendo, y morir en un muladar
„ ó un hospital.

„ Tambien es verdad que la opulencia es la que ha
„ dotado estos asilos, donde la miseria y la desesperacion
„ asinan tantos desdichados. ¿Pero quien se lo agradecerá
„ si considera que sola ella es causa de que sean necesarios,
„ y sobre sodo si compara lo que les dá con lo que arroja
„ y desbarata para sus antojos? ¿Quantos ricos hay cuyos
„ jardines han costado la vida á millares de padres de fami-
„ lia, y á quienes elogian sin medida nuestros oradores
„ christianos como dexen doscientos reales de manda á al-
„ gun hospital? ¿Cuyos cementerios están llenos de sus ase-
„ sinatos? ¿No valdria mas que facilitasen la subsistencia á
„ estos infelices, que no prepararles un asilo donde morir?

11 Otro punto esencialísimo para precaver que los obre-
ros enfermen, es prohibirles dormir la siesta al sol, y de

noche al sereno, ó junto al agua; lo primero da apoplexias; lo segundo, calenturas intermitentes de no poco riesgo y mucha pertinacia, segun su calidad y la estacion del año en que se manifiestan. Se les debe, pues, procurar, particularmente para la noche, un abrigo en los lugares y aldeas inmediatas al taller, mandando á sus vecinos que les den el cubierto. Si pagaren este albergue, se les franqueará con menos repugnancia, y estarán mejor.

Si el jornalero, dirán algunos, ha de ir á buscar por su dinero lejos de la obra su albergue, será necesario aumentarle el jornal; cuyo aumento será para él una tentacion de pasar la noche al raso en parage donde no tema ser descubierto; fuera de que en ir y venir perderá muchísimo tiempo.

12 Todo esto es fácil de remediar y precaver. Madruguen, y harán, durmiendo lexos, el mismo jornal que si pasaran la noche al pie de la obra. ¿Hacen acaso otra cosa los mozos de los cortijos, y de los labradores que tienen tierras á los extremos de un término dilatado? Repártanse por quadrillas los jornaleros; encárguese á los Alcaldes de los respectivos lugares les pasen lista, múltese al que faltare, salgo por fiador que ninguno dormirá al raso.

¿Y por qué se les ha de subir el jornal? ¿Si trabajaran en poblado, no tendrian que pagar la cama? Al ajustarse hacen la cuenta de todo su gasto, y seguro está que se les olvide renglon de tanto vulto, ó por lo que importa, ó por lo que suena. Si acaso fuese preciso sacrificar este corto aumento de jornal á la conservacion de los jornaleros, no faltaría modo de ahorrarle, proporcionándoles con equidad los comestibles: otro punto de la mayor consideracion.

13 En punto de comestibles para el pobre se cometen, toleran y abrigan horrendos latrocinios, é inhumanas crueldades. Si en las grandes ciudades, en las Cortes mismas, á vista de tanto empleado para la buena policía, los géneros que el pobre ha de consumir son los peores, ¿que no sucederá en los talleres de las obras hidráulicas, que las mas sue-

suelen fabricarse en despoblados? No se busca malo de intento el alimento del pobre, porque el precio del bueno exceda los medios de un infeliz jornalero, sino porque el asentista, el obligado tiene gana de hacerse rico, y precision de untar muchas manos. Las reses que se llevan á la tabla son á veces, de puro flacas, asquerosas á la vista; el quarteron, la media libra que pide el peon, quando sea cabal, no es de alimento, es de peso, lo mas hueso y piltrafa. La carne mollar es para el asentista, el veedor, y todos aquellos que el vulgo llama manipulantes. Una res mortecina se despacha con igual serenidad que la degollada: ¿quien se detiene ahora á indagar de que murió? No hay mas empeño que despacharla.

El pan, si alguna vez es bueno, quasi siempre está mal cocido. La ley señala su peso; el punto está en eludirla; masa poco cocida, con menos harina pesa mas. Panaderos hay (son pocos) que le venden bueno, cocido en su punto, y de peso cabal. ¿Tiran estos á perderse? ¿Se pierden? No por cierto; ¿pues por que se ha de tolerar á los demas? El pan mal cocido es indigesto, y de todos los asientos el del pan es el peor; lo que nos alimenta no es lo que tragamos, sinó lo que digerimos.

Del vino, del aceyte, &c. no hablo. Cíñome á decir que todo es adulterado, sisado. Por adulterado, perjudica á la salud del desdichado obrero; por sisado, le obliga á comprar mas, ó se queda hambriento lo mas del dia. En el primer caso pedirá mas jornal; en el segundo durará mas tiempo la obra, ó será forzoso emplear mas obreros. En esto está cabalmente la ganancia de los manipulantes; quanto mas jornaleros hubiere, tanto mas fácil será pasar listas falsas, mayor será el número de los robados, porque lo será el de los consumidores, mayor la ganancia de los ahijados, y mas decente el salario de los padrinos.

De la fruta no digo nada. Solo rebatiré la preocupacion en que muchos están de que la fruta da tercianas. La fruta es de suyo muy sana, como esté madura; quan-

do

do se coma verde podrá dar cólicos, pero no las calenturas que se le acumulan. Si la gente pobre de los Barrios de Madrid adolece de tercianas, quartanas, &c. así que llega el mes de Septiembre, no es por la fruta que come, porque de cara no puede comprarla, siendo buena, y de esta viene poca. La causa es el dormir al sereno, muy dañoso en las inmediaciones de esta Corte; los mas de los meloneros son hombres de los barrios baxos, que con su familia, sus gallinas, los que las tienen, viven todo el verano en el campo, durmiendo al raso ó poco menos. Tan lejos está de dañar la fruta á la gente sana, que los Médicos de práctica ilustrada la recetan el dia de hoy á las enfermos; y por decirlo todo en dos palabras, ninguna cosa es de suyo dañosa de quantas la naturaleza crió para sustento del hombre.

14 Hemos de confesar sin embargo que quando se hace empeño de mirar por la salud de los obreros, hay que vencer en algunas ocasiones su propia repugnancia, porque no se les da nada vivir estrechos ó muchos juntos, y por el poco cuidado con que la gente baxa suele mirar por su individuo; y esto mismo debe empeñar en mayor vigilancia. Así, quando se buscaron en Nápoles obreros para abrir el puerto de Brindis, se escogieron los hombres que pudieron hallarse mas á propósito para el trabajo; se mandaron registrar de Médico y Cirujano; se tomaron los correspondientes informes para asegurarse de que fuesen por su profesion acostumbrados á la fatiga, como labradores, leñeros, albañiles, &c. se los vistió de pies á cabeza, y dieron zapatos; se los alojó tan anchurosamente como fué posible; se les proporcionó toda comodidad para que no tuviesen que pasar de noche calientes desde sus dormitorios al ayre frio; sobre prohibir la venta de todo comestible mal sano, se les obligó á comer en rancho el jornal ó pré que el Rey les daba. Púsose muy especial cuidado en que no se mojaran quando lloviese: porque no teniendo ropa para mudarse, y alojados con alguna estrechez, no les acometiesen las enfermedades peculiares á la gente de mar.

Pa-

Para logro del intento se mandó 1.º Que ninguno durmiese al sol; 2.º que al anochecer todos estuviesen recogidos debaxo de cubierto; 3.º que en el quartel hubiese todas las conveniencias, por si acaso se les ofreciese de noche alguna urgencia, y no tuviesen precision de salir calientes de la cama al ayre frio, cuyas comodidades se habian de colocar en algun parage del quartel algo apartado; 4.º que no se vendiese ni comprase fruta verde, ni pescado podrido, ni otro comestible dañoso; 5.º que se les diese para beber de la mejor agua, y que jamas faltase; 6.º que todos los dias se procurase la limpieza y ventilacion del quartel, encendiendo de quando en quando haces de leña para purificar el ayre; 7.º que en enfermando alguno, se le llevase sin ninguna dilacion al hospital; 8.º que los convalecientes se enviaran á respirar un ayre mas saludable; 9.º que en llegando Mayo se untaran todos con remedio contra la sarna.

Mediante estas providencias, en cerca de dos años que la obra duró, de 98 forzados de galera que trabajaron el primer mes, desde Marzo de 1776 hasta fines de Abril del mismo año, solo uno murió que era hidrópico; y de 400 personas que se emplearon entre hombres, mugeres, muchachas, presidarios y forzados, murieron tres no mas.

Como se fundan las obras hidráulicas.

15 El modo de fundar en el agua un edificio suele variar con la especie de la fábrica, y las circunstancias locales; por cuyo motivo hablaremos aquí solo en general de esta maniobra, ciñéndonos á declarar las tres operaciones que requiere; 1.ª apartar ó atajar el agua; 2.ª agotarla; 3.ª macizar el suelo, á fin de que siente sobre cimientos sólidos la obra. Para conseguir estos tres fines, han apelado los hombres á varios ingenios y recursos, que vamos á especificar, empezando por el artificio con que se ataja el agua; seguirán despues las máquinas que sirven para agotarla, y concluiremos manifestando los medios con que se logra dar al terreno

no

no la competente consistencia, quando de suyo no la tiene. Por lo que mira á las diferencias, que, segun la variedad de los casos, suelen ocurrir en estos preliminares, se especificarán quando se trate de cada obra hidráulica en particular.

Como se aparta el agua del sitio donde se ha de fundar la fábrica.

16 Si el agua acudiese incesantemente al parage donde se ha de fabricar, sería muy penoso y acaso imposible apurarla; se hace, pues, indispensable desviarla ó cerrarla el paso. Lógrase este fin con una especie de obra interina llamada caxon, que diremos qual sea, y como se construye, despues que hubiéremos dado á conocer los pilotes, tablestacas, y demas cosas que sirven para esta construccion y otros usos.

De los Pilotes.

17 El pilote sirve, conforme se dirá despues, para suplir la consistencia de que carece en algunas ocasiones el suelo donde se han de echar los cimientos de una obra hidráulica; y es un madero redondo, grueso y largo, puntiagudo por el un extremo, el qual se arma, á fin de que se hinque mejor, con un azuche ó pua de hierro, de la qual hablaremos dentro de poco muy por menor. Se hacen, pues, los pilotes de troncos de árboles, particularmente si son de hebra derecha y sin nudos eminentes; si se esquadraren ó enderezaren, se debilitarán, porque se cortarán sus hebras, y quitarán segmentos de los cuerpos leñosos anulares, cuya contextura, mas apretada que la madera de entremedias, es de mayor consistencia, siempre que los árboles se gastan enteros. Hay sin embargo ocasiones en que se puede y conviene esquadrearles la cabeza; pilotes esquadreados deben hincarse en el ámbito exterior de los cimientos, á fin de que ajunten mejor las tablestacas que se han de hincar inmediatas á su lado.

El

El grueso de los pilotes ha de ser proporcionado á la carga que han de aguantar; pero no es tanto como podria parecer á primera vista, porque como están quasi hincados enteramente en tierra, quedan algo fortificados por todas partes. Bastará, pues, dar á los pilotes como nueve pulgadas de grueso, siempre que tengan de 10 á 12 pies de largo, añadiendo dos lineas por cada pie que tengan mas de largo. A esta cuenta, un pilote de 28 á 30 pies de largo tendrá un pie de grueso medio, debaxo de la corteza, con lo que vendrá á ser grueso 6 pulgadas en la punta, y 14 en la cabeza.

18 Quando (Lam. 1.) por no encontrarse árboles bastante largos, ó porque tomen los pilotes mas hinca de lo que se pensó, salgan demasiado cortos, se empalmarán con empalmadura de pie y medio ó dos pies de largo. Para cuyo fin se trazan en su cabeza quatro arcos iguales *A*, *B*, *C*, *D*, se quita la madera de dos de ellos *A* y *B* opuestos por la punta; se practica lo propio con el empalme, esto es con el trozo que se quiera añadir, y despues de encaxarle á golpes en el hueco de las muescas hechas en la cabeza del pilote, se asegura la empalmadura con una ó dos argollas de hierro (Lam. 1.). Tambien se empalman los pilotes á media madera, conforme aquí se ve, cuya empalmadura se asegura tambien con argollas *C*, *H*, ó con pasadores de hierro. F. 3. F. 2.

Con el discurso del tiempo (Lam. 1.) llegan á pudrirse los pilotes en algunas circunstancias; entonces se empalman como aquí demostramos, cortándolos enteramente y á nivel, de modo que el cepo *MN* sujete la empalmadura. F. 3.

19 Al señalar el grueso de los pilotes hemos dicho que debe medirse debaxo de la corteza, pues esta debe quitarse indispensablemente, porque 1.º no da fuerza alguna á la madera; 2.º su grueso y aspereza ocasionan mayor rozamiento al tiempo de hincarlos; 3º es causa de que con maceo igual no toman tanta hinca.

Por lo que mira á la albura se dexa, porque nada perjudica á las maderas que han de estar metidas en el agua, an-

antes se conserva tan bien como la madera misma, especialmente la del roble, que para las fábricas aquáticas suele preferirse á todas las demas. Consta de repetidos experimentos que la albura del roble, despues de escupida la sava, tiene mucha fuerza, siendo solo un quinzavo menos fuerte que la madera del mismo árbol, la qual lleva en punto de fuerza el mismo exceso á la albura que su densidad á la de esta.

20 La corteza debe tambien quitarse por otro motivo de tanto peso como el expresado poco ha, y es que la corteza cubre la albura, y abriga el huevo que pone el gusano; la sustancia de la albura, empapada de sava, es para el gusanillo recien nacido alimento muy proporcionado á su tierna edad, y en ella se cria hasta que tiene suficientes fuerzas para taladrar la madera, donde no podria introducirse al principio. Así se porta la naturaleza con los insectos en general; con el mismo grado de calor que empolla el huevo del gusano de seda, brota la hoja de la morera que le ha de suministrar el correspondiente alimento; la hoja va tomando cada dia mayor consistencia para dar un alimento mas proporcionado á la edad del gusano, el qual va creciendo, y haciéndose mas fuerte al mismo tiempo. Hemos de exceptuar sin embargo unos gusanos armados de corazas y taladros, los quales han puesto á los Olandeses, taladrando sus diques, á peligro de ser inundados, y hacen muchísimo estrago en los navíos. Por lo tocante á la madera que se gasta fuera del agua, es necesario quitarle toda la albura por las razones apuntadas en la primer parte. Y quando se quiera quitar á los troncos que hubieren de servir para pilotes, se escogerán los mas corpulentos, á fin de que les quede despues el grueso correspondiente.

F.4. 21 Pilote (Lam. 1.) cuya cabeza tiene un rebaxo donde se encaxa una argolla de hierro *AB*, para precaver que se abra con los golpes del mazo.

F.5. Punta de un pilote (Lam. 1.) con su azuche *AZVYB*, cortada por inútil la parte *ZVSY*, por ser tan endeble que se do-

doblaría ó rompería al tropezar con algun pedernal, ú otro cuerpo duro; se corta en figura de grano de cebada ó punta de diamante *ZVY* para que haga mas presa en todo lo que encuentre. Se viene á los ojos que el ángulo *ZVY*, menos agudo que *ZSY*, tiene mas aguante para resistir y vencer quanto encuentre, y se ahorra hierro. De los quatro brazos ó piernas del azuche, dos *A,B* se ven aquí de perfil, y otro *X* de cara con sus agugeros donde se han de meter los clavos con que se clava el azuche. La punta del pilote se trunca en *ZY*, á fin de que descanse á plomo y de plano en el suelo del azuche, como unas 3 ó 4 pulgadas, para obviar que se doble ó chafe dentro del azuche con la violencia de los golpes de mazo.

De las Tablestacas.

22 Las tablestacas son unos tablones de 5 á 6 pulgadas de grueso quando mas, de álamo ó pino, que son las mejores, porque las de roble se rajan, las de pino blanco, de blandas, se chafan quando se las macea para hincarlas, sucediendo lo propio con las que se hacen de madera de árboles de poca edad.

El largo de las tablestacas pende, igualmente que el de los pilotes, de lo poco ó mucho que se han de hincar en tierra, y varía tambien su ancho. Pero se pueden hacer largas la mitad, ó quando mas, los dos tercios de los pilotes. Por lo que mira á su ancho, quanto mayor sea, tanto mejor será y caminará mas aprisa la obra; porque no hay necesidad de darles tanta hinca como á los pilotes; bastando que los tabiques que con ellas se hicieren tengan de entrega en el suelo lo suficiente para los casos respectivos. Si fuesen muy largas, sería necesario macearlas mucho para hincarlas, y se rajarian indefectiblemente, ya porque tienen mucha superficie respecto de su masa, ya porque se hincan junto á los pilotes, que tienen puesto el suelo mas duro y renitente, conforme se dirá despues.

Como el destino de las tablestacas es formar un tabique

que muy cerrado, se hace por un lado en su grueso un gargol triangular *ABC* (Lam.1.), y por el otro una punta *DEF* de la misma forma, á fin de que engargolen muy juntas unas con otras, y por rezelo de que salgan demasiado endebles, cada una de las aristas ó puntas *A,C*, han de formar sus superficies un ángulo semirecto, haciendo rectángulo el triángulo *ABC*, y su opuesto *DEF*. Tendrá cuenta hacer algo mas romas las aristas *A,C*, porque no se abra la tablestaca al tiempo de hincarla.

F.6.

F.7. Quando las tablestacas (Lam.1.) tuvieren 6 ó 7 pulgadas de grueso, se dexarán de cada lado del triángulo *KHI* las partes *GH*, *KL* de una pulgada cada una, y será *HK* de 5 pulgadas por lo menos, á fin de que el diente *N* del otro lado *MNO*, que está cortado del mismo modo, no quede demasiado endeble. Estas dos figuras que demuestran la planta de dos tablestacas, dan muy bien á entender quanto de ellas queda dicho.

F.8. 23 Tablestaca en situacion vertical (Lam.1.), y escaseada su base de modo que la parte *PT* es la mitad del ancho *PV*; las dos caras opuestas *TQ*, *PR* están escaseadas de suerte que á la base *PT* le queda como pulgada y media de grueso para vencer la dureza de los cuerpos con que tropiece, y con el mismo fin suele llevar la punta de toda tablestaca su azuche de hierro. A la tablestaca se la corta toda la parte *TRSV* del lado del diente *YS* antes que del otro, á fin de que introduciéndose el diente en el gargol inmediato, con inclinar un poquito la tablestaca del lado opuesto, no pueda volverse á plomo al darla con el mazo, sin encaxarse como de suyo en el gargol. Esto no podria conseguirse si estuviese *PT* en medio del ancho *PV*, conforme está en la primera de todas las tablestacas que se hincan, la qual se hinca perpendicularmente, para clavarla despues con el travesaño que ha de sujetar la fila de las demas. Aquí figuramos (Lam.1.) dos tablestacas *Z* é *Y* engargoladas, á fin de que el lector se imponga mejor en todo lo dicho.

F.9.

24 Antes de hincar las tablestacas, se hace, segun la im-

importancia de la fábrica, un surco donde se mete su punta guiándola con maderos firmemente asegurados; por manera que estando cada tablestaca arrimada á la cara del madero, quede perfectamente á plomo una vez metida en su gargol. Esta maniobra está al cargo de un carpintero auxîliado de dos peones, cuyo oficio es dirigirlas para que sigan la linea. Así que quedan hincadas se aserran á la altura correspondiente, y aseguran con clavos de 10 á 11 pulgadas de largo por 10 lineas en quadro.

Quando por ser mucha la dureza del suelo no pudieren entrar las tablestacas, será indispensable abrir en el sitio donde se hubieren de hincar una zanja de 6 á 7 pies de hondo, tan angosta como se pueda para colocar las tablestacas, afianzándolas con su travesaño, que suponemos sentado á la altura correspondiente sobre dados de fábrica, dexándoles dientes para enlazarlos con el macizo del cimiento.

Hay ocasiones en que con las tablestacas se plantan estacas con gargol, hincándolas muy derechas, cuyos gárgoles deben proporcionarse al largo y grueso de las tablestacas, dexándolas como 8 lineas de vaga. Así quando la tablestaca tuviere tres pulgadas de grueso, el gargol de la estaca tendrá unas quatro de ancho; si la tablestaca fuese larga seis pies, tendrá dos pulgadas de grueso, y la ranura unas tres. Si la tablestaca tuviese doce pies de largo (estas son las mas largas) tendrá tres pulgadas de grueso, la ranura de la estaca unas quatro, y de hondo dos.

De las Faginas.

25 Las faginas (Lam. 1.) son haces de ramas de árboles, de diferentes tamaños, bien que para las obras mas comunes en los rios caudalosos suelen tener 13 pies de largo y 35 pulgadas de ámbito cerca de la cabeza *A*, la qual ha de estar cortada derecha perpendicularmente á su largo. Compónense de ramas de seis á siete años, liadas muy apretadas con tres aros; el primero pie y medio lejos de la cabeza; el segundo 4 pies, y el tercero 7 pies, quedando

F. 10.

do suelta y sin liar una cola de 6 pulpadas. Las faginas se mechan, para asegurarlas, con piquetes de 6 pies de largo, y gordos 7 ú 8 pulgadas en la cabeza; quanto mas redondos, afilados y derechos sean, tanto mejores serán.

Para gastar las faginas se necesitan mimbres gordos ó aros de haya, ú otra madera muy flexîble, con los quales se entretexen al rededor de los piquetes hasta la altura de 6 ó 7 pies; cuyo destino es asegurar las faginas, y sostener el cascajo que se echa sobre cada tongada de estas. Los aros, quanto mas largos sean, tanto mejores son; su ancho será de 2 pulgadas, para que sin carecer del aguante necesario tengan toda la competente flexîbilidad; si fuesen mas gordos, sería dificultoso entretexerlos, quedando poco sólida la trabazon de la obra.

De las Ataguías y Caxones.

26 Ataguía significa, en general, toda obra cuyo destino es atajar el curso, ó mudar la direccion de una corriente; y caxon se llama toda obra provisional, á manera de cofre sin tapa, hecha para hacer uno como recinto al agua que se quiere agotar. Estas obras son muy indispensables quasi siempre que se ha de fundar un edificio hidráulico, bien porque pase por el sitio destinado algun rio, bien porque haya agua, ora brote allí mismo, ora acuda de otras partes. Las ataguías son de muchas especies que luego especificaremos; pero sean de la que fueren, es patente que así ellas como los caxones se han de construir con sumo cuidado, ya para que se logre sin sobresalto el fin de apartar el agua de la fundacion del edificio, sin que por parte alguna pueda venir á estorbar, ya para que aguanten el ímpetu de la que acudiere, ó el empuje de la que se encierre.

27 Siempre que la ataguía pueda hacerse de sola tierra franca de buena calidad, se la dará de grueso en la cumbre tanto como coja de alto el agua. Por lo que mira

á

á su base, la determinará por si la escarpa natural de la tierra, que suele ser la diagonal del quadrado; vendrá por consiguiente á tener de ancho esta basa el triplo del grueso de la cabeza, la qual ha de pasar el nivel de las aguas mas altas.

28 No toda tierra es á propósito para hacer ataguías; quanto mas fuerte y migosa fuere, tanto mejor será. A medida que se va echando para asentar la basa del ataguía, es necesario apisonarla por tongadas de un pie de grueso, hasta que quede reducida á 8 pulgadas, huyendo de mezclarla con faginas, cañas, y sobre todo piedras y cascajo. Porque todos estos cuerpos dan lugar á transpiraciones por donde acude mas agua de la que se puede agotar, ú ocasionan madrigueras, que á veces cunden con tal rapidez, haciendo brechas ó portillos en la obra, que es forzoso volverla á construir. Por este motivo deben desecharse las tierras guijarreñas y areniscas. Sin embargo, quando no hay otras es forzoso echar mano de ellas; pero en estos casos la escarpa del ataguía ha de ser dupla de la altura, y es indispensable poner en su centro, desde un extremo á otro, y de grueso proporcionado á la altura del agua, esto es, un tercio de esta altura, un batido de arcilla, asentándole en una zanja pie y medio honda por lo menos respecto del nivel del sitio que se quiere desaguar; donde no, será de temer que se cuele el agua por debaxo del batido, y vaya minando poco á poco la obra.

29 Para hacer estos batidos se harán pelotas de arcilla del tamaño de un huevo, con el fin de mondarla ó quitarle la arena ó los guijarrillos, si los tuviere. Despues se la mojará ó rociará medianamente, ni muy poco ni demasiado; al otro dia de mojarla, se la pisará ó batirá con los pies sobre un tablado; y batida que esté, se harán tortas para echarlas al fondo de la ataguía, de donde el agua se saldrá á medida que se llenare; últimamente, peones la irán dando con un pison hasta que el batido pase

dos pies la altura de las aguas de afuera, de modo que por ningun acontecimiento pueda pasar por encima.

Es de la mayor importancia arrimar y como entregar los extremos del ataguía en un terreno muy macizo, donde echen como raices; huyendo con todo cuidado de arrimarlos á fábrica alguna, porque como no es posible trabar esta con la tierra, se colaría indefectiblemente el agua por entre los dos cuerpos; pero si no hubiere otro recurso, se harán de arcilla los extremos de la ataguía.

30 Siempre que esta se pueda hacer de tierra vírgen será mucho mejor; quiero decir que no se haga de tierra ni movediza ni echadiza, lo que aclararemos con un exemplo. Supongamos (Lam. 1.) que ofreciéndose levantar una fábrica sea necesario, para echar sus cimientos, abrir una zanja *ABCD*, con rezelos de que venga el agua á estorbarlo: se dexarán á trechos en la zanja hitos de tierra *F*, *G*, formando estos hitos ataguías mucho mejores que las que se hiciesen con tierra traida de otra parte. Se hará en el hueco *E* lo que pida la construccion, y despues de concluido, se quitarán las dos motas *F*, *G* como inútiles, para proseguir. Estas ataguías son impenetrables al agua, como tengan el grueso competente, y sea el agua mansa y poca su altura; si el agua las calase, se hará una contrataguía de tablas y arcilla. Quando el ataguía ha de sostener poca altura de agua como uno ó dos pies, ó poco mas, se echa la tierra sin mas operacion, tal es el ataguía *A*. Pero lo mas comun es sostener el ataguía del lado de la obra con piquetes, detras de los quales se ponen tablas ó cañizos de sauce como la ataguía *B*.

F. 11.

F. 12.

F. 13.

31 Por lo regular las ataguías se hacen de dos filas de piquetes *A*, *B* enlazándolas una con otra por medio de un mimbre *CE* por la parte interior, echando cañizos *CD*, *EF*, y llenando todo lo de entremedias con tierra muy migosa, bien pisada, ó apisonada, si fuese tanta el agua que no se pueda pisar. Antes de echar esta tierra es preciso limpiar el suelo *DF*, quitando el cieno, la arena fi-

fina, y el cascajo gordo si le hubiere.

En algunos casos se construyen con mas cuidado los caxones; porque las cabezas de los piquetes (Lam. I.) se cubren con un sombrero *B*, y sujetan á la altura de las aguas baxas con un cepo *E* asegurado con pasadores en los mismos piquetes. Por la parte de adentro y arrimado á estos, se echa un tabique de tablas de dos pulgadas de grueso metidas en tierra 6 á 8 pulgadas, y aseguradas con travesaños del mismo grueso. Antes de plantar, macear y echar la arcilla entre los tabiques, se aseguran los sombreros con travesaños *CD* (Lam. I.) clavijados con ellos, y con muesca para mayor seguridad.

F. 14.

F. 15.

Quando se hubiere de hacer una ataguía en algun rio, se esperará el tiempo de las aguas mas baxas, se recorrerán sus orillas mas abaxo del sitio de la obra, con el fin de reconocer si hay algun cuerpo ó fábrica que levante las aguas, para quitarle, y franquearles el curso libre, de modo que baxen todo lo posible. Casos hay en que se puede desviar de la obra la madre de un rio poco caudaloso, rompiéndola otra á manera de asa; ó quando es muy ancha la madre, se cierra parte, á fin de encaminar el agua por el otro lado. Pero siempre que esto se execute, convendrá tener presentes los accidentes que pudiere ocasionar alguna avenida repentina; por lo que se la dexará suficiente paso al agua; donde no, subirá hasta pasar por encima del ataguía, é inundará las tierras, y los poblados, en la estacion cabalmente que se echarian á perder las mieses.

Pero si el ataguía se ha de hacer en algun sitio cuya agua no se pueda apartar ó agotar, como en algun rio caudaloso, se construye á manera de caxon, para lo qual se plantan dos filas paralelas de estacas, distantes una de otra á proporcion de la altura del agua, y sujetándolas con travesaños y cepos. A lo largo de las estacas se hincan dentro del ataguía tablestacas armadas de azuches, ó afiladas no mas, segun sea de duro el suelo, ó se cier-

ran con tablas los intervalos que quedan entre las estacas, con lo qual las dos filas de estacas forman uno como caxon que se llena de arcilla ú otra tierra á propósito. Todo este maderamen ha de tener de hinca la quarta parte por lo menos de la altura del agua que ha de contener, en el supuesto de ser el suelo de consistencia regular; quiero decir, que no sea ni cieno ni lodo.

Las ataguías hechas á manera de caxa, conforme acabamos de declarar, no necesitan tanto grüeso como las demas, con tal que sea buena la tierra con que se cumplan; basta darlas de grueso los dos tercios de la altura del agua que han de contener. Y siempre que una de estas ataguías se incline á algun lado, amenazando caerse, ya porque se venzan los cepos, ya porque se inclinen las estacas por faltarles hinca, ya por haberse hecho socavamientos que las descalzan, se fortificarán echando arbotantes á trechos.

F.16. 32 Las ataguías de mas dificultosa construccion (Lam. 1.) son las que se han de asentar sobre peña viva, donde no es posible hincar ni estacas, ni piquetes; aquí figuramos un ensamblage de ataguía, el qual sería muy útil en esta circunstancia. El piquete *AB*, cuyo pie está ensamblado á manera de gozne con la cabra *BCD*, se pone y mantiene fácilmente á plomo, sujetándole con la tornapunta *AC*. Una vez asegurados así los piquetes, lo demas no tiene dificultad.

F.17. 33 Tambien se hacen algunas veces caxones á manera de tarima, cuya trabazon pintamos aquí. Supongamos que doce pies debaxo de la superficie del agua *CDT* se haya de plantar la cepa *V* de una puente; en *D*, que dista 12 pies del sitio de la fundacion, se plantará el caxon *ABHI*, hasta mas abaxo del cascajo. En *L*, que dista 3 pies de *DI*, se plantará una fila de estacas, y despues de echar por encima de *DG* el agua que hubiere en el intervalo, se le llenará para formar otro caxon: lo propio se hará de mano en mano en los intervalos *MN*, *OP*, arrimándose el ca-

caxon cada vez tres pies mas en direccion orizontal y vertical al nivel de la fundacion, hasta llegar á *QR*. El agua que se sacare de *MN* se echará á *KL*, desde donde la arrojarán afuera los peones; la de *OP* se echará á *MN*, desde aquí á *KL* &c.; la de *QR* se echará succesivamente á *OP*, *MN* &c. Esto mismo da á entender que en el peldaño de los escalones ó caxones que componen el ataguía entarimada, se ha de asentar una capa de arcilla con un reborde, formando unos regueros para recoger las aguas que provinieren de las filtraciones y de los manantiales, con lo que se agotarán facilísimamente practicando lo que dexamos dicho poco ha.

Algunas máquinas para agotar el agua.

34 Hecho el caxon y encerrada el agua, solo falta sacarla, para lo qual se han inventado diferentes bombas que algunos llaman rosarios ó molinos, ó bombas de rosario; y las hay de dos especies, es á saber, la bomba inclinada, y la vertical, cuya construccion y uso se hará patente con la descripcion que vamos á dar de la primera.

El plano inclinado *AB* (Lam.2.) es el suelo de una canal cuyo extremo *A* está metido en el agua que se quiere sacar, y el otro extremo *B* está avocado á otra canal *BC* que hay á la parte de afuera del caxon; á la canal de la bomba sirve de banzo otro plano *DE* con dos rebordes, que forman una como corredera. F.1.

Las cuentas de esta bomba de rosario son unas tablitas, llamadas paletas, eslabonadas unas con otras, por manera que forman una cadena sin fin.

Las cuentas pasan por encima de dos linternas *F*, *G* en parte metidas dentro de la canal, cuyas paletas empujan el agua ácia arriba, andando las linternas en la direccion correspondiente; las otras cuentas baxan á lo largo, y por encima del banzo para ir á sacar agua.

Quando esta bomba ha de andar con caballerías, se le

F.2. le añade un arbol *IK* (Lam.2.), que sirve de exe á dos linternas: la primera *G*, por encima de la qual pasa el rosario, corresponde á la canal adonde cae el agua; la otra *H*, que en el alzado nó se puede ver, porque la tapa la primera, encarna con la rueda de puntería *LM* que andan caballerías uncidas al varal *N*. Pero quando son hombres los que andan esta bomba, no hay mas linterna que la *G*, á la qual se añaden cigueñas.

35 Quando el agua por agotar no se ha de sacar á mucha altura, se hacen los agotamientos con ingenios muy sencillos.

F.1. Uno de ellos, llamado olandesa (Lam.3.), es una especie de cucharon con mango, hecho de cinco pedazos de tabla, colgado de tres pérticas dispuestas como pintamos. Se ve á las claras por la disposicion en que está el ingenio, que su uso está en columpiarle, dirigiéndole de modo que arroje el agua fuera del caxon.

Otro ingenio hay, sencillo tambien, para agotar el agua quando no se la ha de sacar á mas altura que de unos quatro ó cinco pies. Es una especie de canal, cuya planta demostramos, en la mitad de esta figura que está á mano izquierda, y su alzado en la mitad que está á mano derecha.

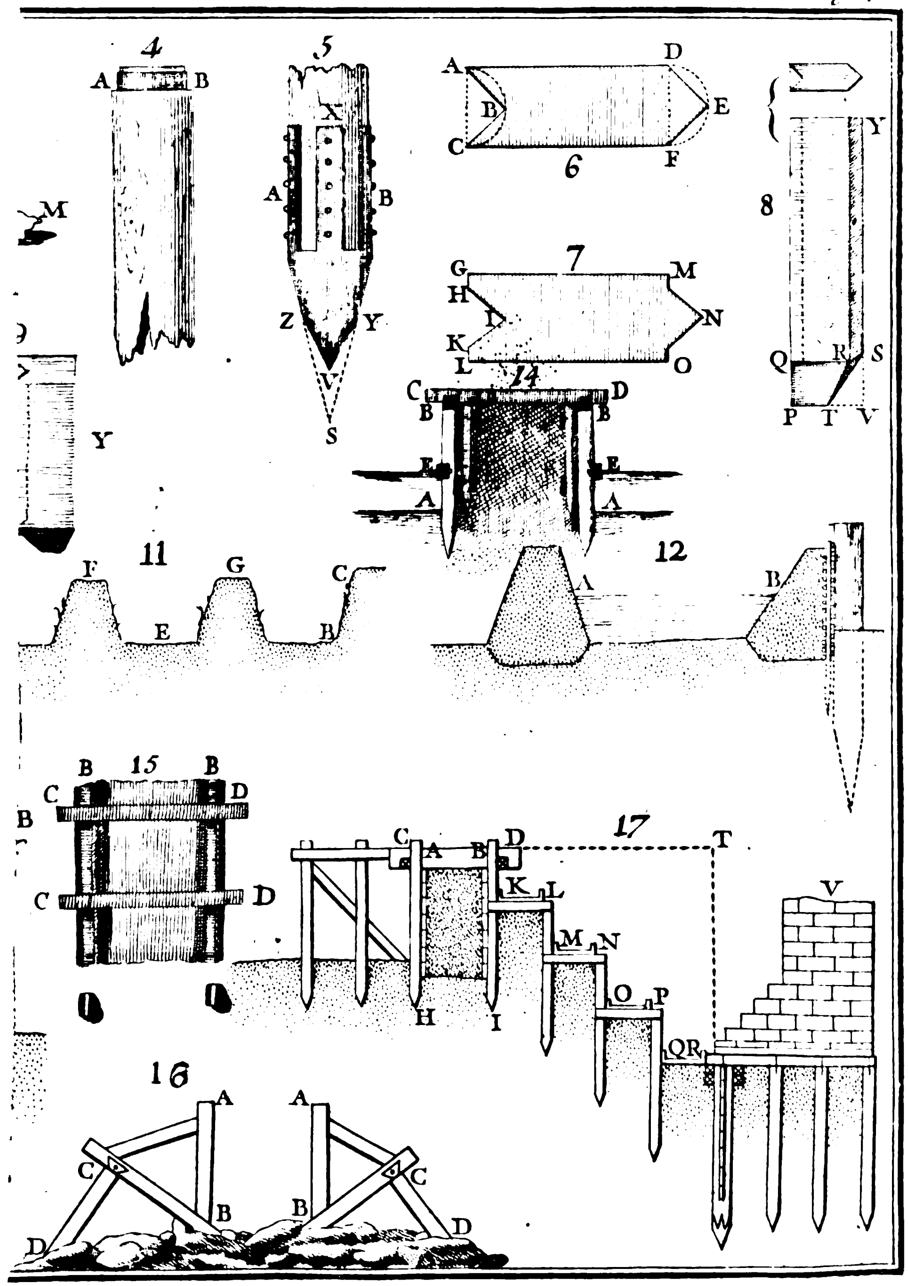
F.2. y 3. En su suelo hay una portezuela ó trampita *A*, la qual se levanta y abre quando se zambulle en el agua la parte donde está, y se baxa ó cierra así que se levanta la canal, para inclinarla al otro lado del caxon donde se arroja el agua.

Por no perder el tiempo que gasta la canal en baxarse (Lam.3.), se hace doble, de modo que suben y baxan alternadamente sus dos partes al rededor de un exe puesto en medio; el agua sale por un agugero hecho de intento en derecho del exe, mediante lo qual sale sin cesar, porque mientras la una mitad del ingenio sube para arrojar agua, la otra baxa para sacarla.

F.3.

36 Bomba vertical, cuyas dimensiones pueden servir de modelo, por la excelencia de su construccion.

El


4
A
B
5
X
A
B
Z
Y
V
S
A
D
B
E
C
F
6
8
Y
7
G
M
H
I
N
K
L
O
Q
R
S
P
T
V
M
9
Y
14
C
D
B
B
E
E
A
A
11
F
G
C
E
B
12
A
B
15
B
B
C
D
C
D
17
C
A
B
D
T
K
L
M
N
O
P
QR
V
H
I
16
A
A
C
C
B
B
D
D

F.2. le añade un arbol *IK* (Lam.2.), que sirve de exe á dos linternas: la primera *G*, por encima de la qual pasa el rosario, corresponde á la canal adonde cae el agua; la otra *H*, que en el alzado nó se puede ver, porque la tapa la primera, encarna con la rueda de puntería *LM* que andan caballerías uncidas al varal *N*. Pero quando son hombres los que andan esta bomba, no hay mas linterna que la *G*, á la qual se añaden cigueñas.

35 Quando el agua por agotar no se ha de sacar á mucha altura, se hacen los agotamientos con ingenios muy sencillos.

F.1. Uno de ellos, llamado olandesa (Lam.3.), es una especie de cucharon con mango, hecho de cinco pedazos de tabla, colgado de tres pérticas dispuestas como pintamos. Se ve á las claras por la disposicion en que está el ingenio, que su uso está en columpiarle, dirigiéndole de modo que arroje el agua fuera del caxon.

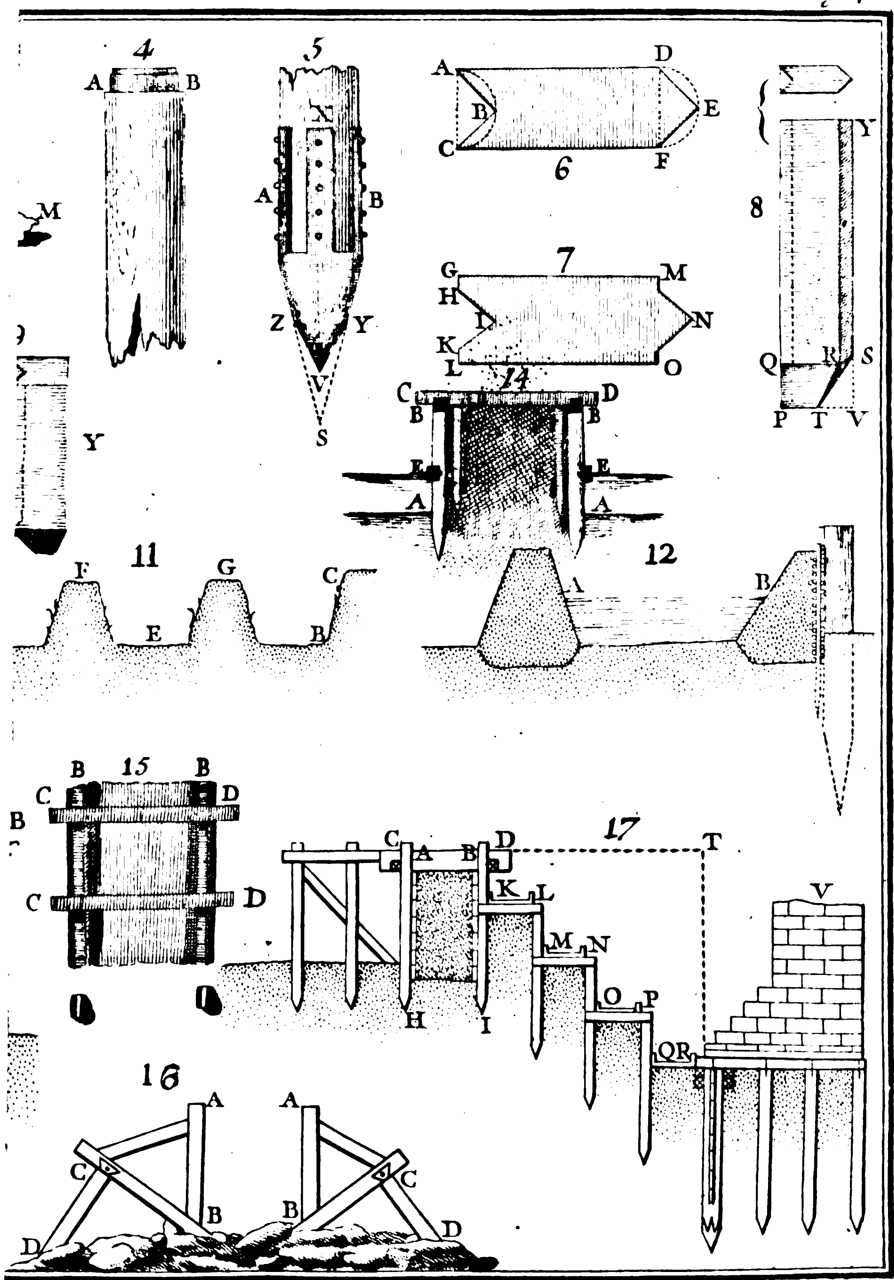
Otro ingenio hay, sencillo tambien, para agotar el agua quando no se la ha de sacar á mas altura que de unos quatro ó cinco pies. Es una especie de canal, cuya planta demostramos, en la mitad de esta figura que está á mano izquierda, y su alzado en la mitad que está á mano derecha.

F.2. y 3. En su suelo hay una portezuela ó trampita *A*, la qual se levanta y abre quando se zambulle en el agua la parte donde está, y se baxa ó cierra así que se levanta la canal, para inclinarla al otro lado del caxon donde se arroja el agua.

F.3. Por no perder el tiempo que gasta la canal en baxarse (Lam.3.), se hace doble, de modo que suben y baxan alternadamente sus dos partes al rededor de un exe puesto en medio; el agua sale por un agugero hecho de intento en derecho del exe, mediante lo qual sale sin cesar, porque mientras la una mitad del ingenio sube para arrojar agua, la otra baxa para sacarla.

36 Bomba vertical, cuyas dimensiones pueden servir de modelo, por la excelencia de su construccion.

El


4
A
B
5
N
A
B
Z
Y
V
S
6
A
B
C
D
E
F
7
G
M
H
I
N
K
L
O
8
Y
Q
R
S
P
T
V
M
Y
14
C
D
B
B
E
E
A
A
11
F
G
C
E
B
12
A
B
15
B
B
C
D
B
C
D
17
C
A
B
D
T
K
L
M
N
O
P
QR
V
H
I
16
A
A
C
C
B
B
D
D

El tubo ascendiente *ABCD* (Lam.3.) tiene por afuera F.4. 13 pulgadas en quadro por 9 pies 6 pulgadas de alto desde *C* á *E*, bien que si fuese necesario se le podrán dar mas. Su diámetro interior es de 5 pulgadas, y conviene esté agugereado muy derecho; la cara trazera tiene de alto mas que las otras la parte *DE* de 16 pulgadas, para agregarle la almadreña *AFGE*, especie de caxa con muchos agugeros, metida en el agua que se quiere agotar; á esta caxa la atraviesa un pasador al rededor del qual da vueltas el rodillo *P* para facilitar la introduccion de las cuentas *Q* en lo interior del tubo.

Por afuera abrazan el tubo á derecha é izquierda los brazos *HK* del exe *RS* del erizo *TV*, acompañados de tablas que forman una canal *BNML* por donde va el agua al otro lado.

El erizo se compone de un cubo cuyo diámetro en medio es de 16 pulgadas, y de 15 en sus extremos, fortificado con dos argollas de 12 lineas de ancho, y 5 de grueso; cuyo cubo tiene seis garras de yerro, que por la parte de arriba tienen 7 pulgadas de ancho, y 3 pulgadas 4 lineas en la raiz, por 7 lineas de grueso, y una muesca en medio honda 5 lineas para facilitar el movimiento de la cadena. El exe tiene 18 lineas en quadro, redondeados sus extremos al salir del cubo; el codo de las cigueñas es de 15 pulgadas, los puños de 40, á fin de que puedan trabajar dos hombres á la par.

Las cuentas tienen, incluyendo cuerpo y cola, 5 pulgadas de alto, 4 pulgadas 10 lineas de diámetro; en su plano se asientan una ó dos rodajas de cuero, cuyo diámetro es de 5 pulgadas, ó igual al del tubo ascendiente; encima de las rodajas hay una plancha de cobre, la qual sirve de apretar las rodajas por medio de una claveta que atraviesa el cuerpo.

El intervalo entre las colas de las dos cuentas inmediatas es de 30 pulgadas.

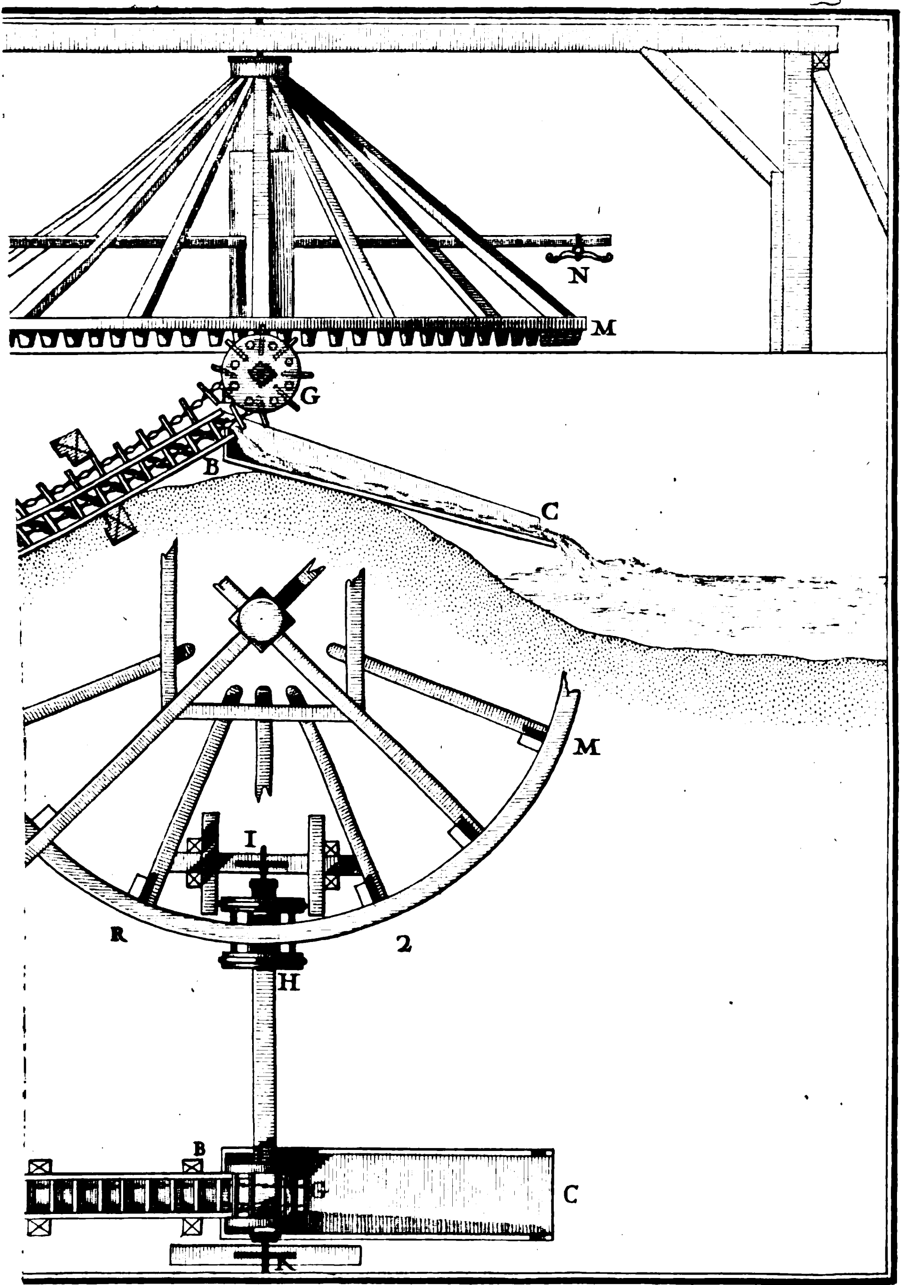
37 Quando el agua no se ha de subir á mucha altura, se

se echa mano para agotarla, de la rosca ó bomba de Ar-
F.5. quimedes. Compónese esta máquina (Lam.3.) de un cilindro recto *ABCD* al rededor del qual se enrosca un tubo, ó caño *EFGH* de tal modo que todos los intervalos *EF*,*FG*,*GH*, &c, son iguales, y por consiguiente paralelos unos con otros, llamándose estos intervalos alturas de los pasos de la rosca; porque paso de rosca llamamos la porcion del caño comprehendida entre un punto qualquiera de un lado del cilindro, y otro punto del mismo lado directamente encima ó debaxo del primero. Así la porcion del caño que saliendo desde *F*, va dando la vuelta al cilindro, hasta *G*, es un paso de la rosca.

Para servirse de esta máquina, se mete el un extremo ó la base del cilindro inclinado en el agua, y la andan hombres, caballerías, molinos de viento, &c. el agua se introduce entonces en el caño enroscado, sube con el movimiento circular del cilindro, hasta salirse por la boca.

Dos inclinaciones hay que notar en la bomba de Arquimedes; es á saber la inclinacion de la base del cilindro respecto del orizonte, y la inclinacion del caño respecto de la base del mismo cilindro, de cuyas inclinaciones pende la perfeccion de este ingenio. Por los cálculos de Hennert, y por los repetidos experimentos hechos en Olanda, donde sirve mucho este ingenio, y se ha discurrido muchísimo para mejorarle, consta que obra el efecto máxîmo quando la base del cilindro forma con el orizonte un ángulo de 60 grados, y el tubo con la base del cilindro un ángulo de 33 grados y 1 minuto, teniendo el cilindro 4, 5 pies de largo, y su base 2, 3 pies de radio, y que las roscas mas largas han de estar mas inclinadas al orizonte que no las cortas.

F.6, El caño ha de dar quatro vueltas no mas al rededor del cilindro, y será facil determinar la distancia de un paso á otro. Para esto se tirará la perpendicular *BC*, tomándola en una escala igual á la que coja de largo la máquina, y despues la base *AB*, igual al quádruplo de la se-


N
M
G
B
C
M
I
R
2
H
B
C
K

semicircunferencia de la base; y tirando la *AC*, quedará trazado el triángulo rectángulo *ABC*. Por el punto *D*, donde remata la primera de las quatro partes iguales, cada uno á la quarta parte de la semicircunferencia de la base del cilindro, se levantará la perpendicular *DE*; esta será la altura del paso de la rosca.

Esta máquina tiene dos defectos; 1.º el agua introduce en el caño muchas porquerías dificultosas de sacar por las vueltas que da. Pero este inconveniente que, lo confesamos, se remedia con mucho trabajo, será mucho menor si el caño diere menos vueltas al rededor del cilindro; porque acercándose entonces mas su direccion á la rectilinea, menos recodos tendrá donde se atasquen las porquerías, particularmente si las bocas y el volumen fueren grandes.

2.º El exe de hierro del cilindro se desgasta muy en breve en el texuelo; lo que sucede por estar el exe inclinado al texuelo orizontal, originándose de aquí un rozamiento muy grande, y el ponerse ovalado el texuelo. Este daño podrá remediarse inclinando el texuelo por el mismo ángulo que el cilindro; de modo que esté en situacion perpendicnlar á este.

Para manifestar el uso de la bomba de Arquimedes (Lam. 3.), supondremos que con ella, despues de colocada como corresponde, se quiera agotar con hombres el agua *XZ*, siendo su exe prolongado el de una rueda inclinada *R* de unos 5 pies de diámetro, de la qual cuelga una varilla *ab* de 12 pies de largo. En el un extremo *b* de esta varilla hay un ojo, mediante el qual anda al rededor de un pasador afianzado en la rueda; su otro extremo *a* está asegurado en un bastidor *TP* colgado con pivotes en un castillejo de madera *LHKM*, á la altura de 14 pies; mediante cuya disposicion dos hombres asidos al puño *P* al otro lado del bastidor, le hacen dar balances de unos 15 pies. Al dar el bastidor un balance, quando los hombres tiran de la varilla, da la rueda media vuelta, y otra media en el ba-

F. 5.

F. 7.

balance siguiente, quando los hombres empujan la varilla; de manera que en dos balances del bastidor da la rueda una vuelta entera. La varilla ha de estar apartada de la rueda, para que no tropiece con ella, la distancia *cb* de unas 7 pulgadas.

38 Pintaremos por último un ingenio que tambien se inventó para agotar agua, bien que despues se le ha dado el destino de sacar arena, cuya maniobra es precisa quando es mucha la que hay, y estorba encima del suelo firme.

F.1. Las partes principales de esta máquina (Lam.4.) son dos rollos *AA*, y otro *D*; los dos primeros tocan la arena que se quiere sacar, el otro está mas arriba del andamio sobre el qual ha de caer la arena. Por los tres rollos pasa una cadena de eslabones grandes, alternadamente quadrados y planos, en los quales van afianzados á distancias correspondientes, cubos de chapa de hierro, agugereados á modo de espumadera para que suelten el agua, cuya boca forma un pico saliente y cortante, á fin de que se metan mas facilmente en la arena.

F.9.

F.7.

F.1. Los dos rollos *AA* van ensamblados en dos travesaños donde entran sus exes, cuyos travesaños están asegurados en quatro almas *NN*; dos pies derechos firmemente asegurados en la parte superior é inferior del bastidor de la máquina, llevan la grua *D*, armada de una argolla no redonda, sino exâgona ó de seis lados, con el fin de que la abrace mejor la cadena; de las seis caras, tres son salientes, y se meten en los eslabones quadrados de la cadena.

F.2.

En el travesaño de la parte superior del bastidor, mas arriba del rollo *D*, están unidos los pies derechos que llevan la grua de este rollo; y junto á los mismos travesaños están aplicadas las almas, por manera que subiéndolos ó baxándolos por medio de los pasadores *OO*, se arriman ó apartan los rollos *AA* de la superficie de la arena. Con esto la misma máquina da á conocer si el cubo metido en la arena está muy comprimido; porque en es-

estándolo, así que se forcejea con las cigueñas del ingenio, las almas se levantan, y los pasadores *OO* no descansan sobre los travesaños.

Para hacer uso de esta máquina (Lam. 4.) se andan las cigueñas *MM*, que están á los extremos de un exe paralelo al exe del rollo *D*; el exe de las cigueñas lleva una linterna que engarganta con una rueda dentada, asegurada en el exe del rollo *D*; andando las cigueñas van subiendo unos tras de otros los cubos despues de coger la arena al pasar por debaxo de los rollos *AA*. F. 2.

Así que llega un cubo encima del rollo *D*, y se inclina empezando á soltar la arena, cae esta sobre el tablero *G*, dispuesto como conviene para este fin; cuyo tablero se mueve por su pie, y se le puede quitar ó inclinar segun se quiera por medio del puño *H*, lo suficiente para dexar el paso libre á los cubos. F. 1.

Desde el pie del tablero se lleva la arena adonde corresponde, segun la disposicion interior de la obra.

Quando se quiere alargar ó acortar la cadena para sacar arena de parages mas ó menos hondos, se echa mano de falsos eslabones *P*, cuyas dimensiones son las mismas que las de los eslabones quadrados; y á fin de que no se aparten de los eslabones planos, se juntan en un pedazo de hierro *Q* con dos clavetas *R*, cuyas puntas se doblan sobre el eslabon para que no se escurran. F. 3.

En habiendo cascajo que quitar (Lam. 4.), en lugar de los cubos se ponen garfios *S*, los quales son tambien muy socorridos para romper la arena siempre que esté muy apretada, y despues la coge mas facilmente el cubo. F. 5.

Esta máquina se planta sobre uno como carro formado de un castillejo, que ánda sobre el travesaño superior del andamio por medio de dos rollos *XX*, lo que facilita adelantar el carro.

Como se maciza el suelo donde se ha de fundar la fábrica.

39 Una vez agotada del sitio donde se han de echar los

los cimientos del edificio parte del agua que incomodaba, ó toda si se pudiere, se pasa á macizar el suelo, porque rara vez y quasi nunca puede fiarse el Arquitecto de su consistencia. Logra darle la correspondiente firmeza hincando pilotes, que aprietan la tierra; porque ocupando estos, despues de hincados, juntos con la tierra, la misma area que esta ocupaba antes sola, no puede menos de estar mas apretado el suelo.

Nos toca, pues, declarar como deben colocarse y macear los pilotes, dos maniobras necesarias para hincarlos. Pero primero conviene dar á conocer algunos ingenios que para esto sirven; porque toda operacion es mas facil de entender una vez que se conocen los instrumentos con que debe executarse.

F.1. Tablado á manera de andamio (Lam. 5.) desde el qual un peon hinca á golpes de mazo uno de aquellos piquetes gordos que se gastan en algunas edificaciones, á cuya hinca coadyuva tambien el peso del mismo peon y del andamio. Quando el piquete es de mucha corpulencia es forzoso valerse del mazo siguiente.

F.2. Es un trozo muy grande del tronco de algun arbol (Lam. 5.), y pesa unas 200 libras, está armado de una argolla de hierro, y tiene muchas asas por donde le tienen asido cinco ó seis peones. Para que sea de uso mas seguro, se le hace en medio un agugero que le pasa de parte á parte, se planta despues muy á plomo una varilla de hierro en el centro del piquete, y cayendo el mazo á lo largo de la varilla, da indefectiblemente á plomo en el pilote; sirviendo para todos la misma varilla.

F.3. El mazo que aquí figuramos (Lam. 5.) es de yerro, está hecho á manera de banquillo con tres pies, y es mas acomodado que los antecedentes. Porque si los peones no pueden alcanzar á la cabeza del pilote, cogen el mazo por los pies, le levantan mas arriba, y dexándole caer sin soltarle, dan con su suelo *B* en el pilote; y así que este está hincado á alguna profundidad, vuelven el mazo cabe-

beza abaxo, y prosigue el maceo. Segun sea el peso del mazo le cogen mas ó menos peones por cada pie.

40 Ingenio llamado campanilla (Lam. 5.) el qual se compone de dos almas *B* con corredera, aseguradas con dos pares G, ensamblados en una solera *F*, y afianzados con la tornapunta *E*, la qual por arriba va ensamblada entre las dos almas, y por abaxo fortificado de una horquilla *H*, ensamblada con la solera *F*. A la tornapunta *E* la atraviesan muchas clavijas que sirven de escalones para subir á lo alto de la campanilla. El mazo *A*, cuyo destino es hincar el pilote *D*, suele ser un gran tajo de madera, armado de una argolla en cada extremo para que no se raje; en la parte trasera lleva dos espigas ú orejas que se meten por entre las almas, detras de las quales las pasan dos llaves, por manera que queda sujeto el mazo sin poderse salir de las correderas. En la cabeza del tajo hay un anillo por donde le agarra un garfio *M*, al qual están atadas dos sogas *MIL* que pasan por la correspondiente polea que hay en las cabezas de las almas. F.4.

Para hincar los pilotes (Lam.5.) con la campanilla, una quadrilla de 20 hombres tirando 25 ó 30 veces de seguida de arriba abaxo otros tantos cordones *C* atados á las sogas *MIL*, levanta el mazo para dexarle caer despues por su peso sobre la cabeza del pilote. Dados estos 25 ó 30 golpes, que todos juntos se llaman una vez, el que manda las quadrillas hace una seña para que descansen los obreros, y vuelven despues á otra vez de 25 ó 30 golpes de seguida; prosiguiendo á este tenor, hasta hincar el pilote á rebote de mazo, y mudando de sitio la campanilla, así que está hincado. F.4.

Un defecto muy grave de esta máquina es que por la direccion obliqua de las sogas *IL* y de los cordones *C* se pierde mucha fuerza. Se ha procurado remediarlo (Lam.5.), y hacer que la direccion *IL* se acerque mas á la vertical, pasando la maroma *ILM* por una rueda de 4 á 5 pulgadas de diámetro, siendo así que las garruchas F.5.

no

no tienen mas que de 10 á 11 pulgadas, cuya compostura se entenderá con suma facilidad. Representa *A* las almas, aseguradas por arriba con un travesaño *B*, estando cada una afianzada con un madero *DC* orizontal ensamblado con ellas 3 pies mas abaxo del travesaño *B*. Los maderos orizontales *D* están enlazados uno con otro por medio de un travesaño *K*, apeado de la tornapunta G, colocada de manera que no puede estorbar plantar la rueda *EF*, por cuyo cubo pasa un exe de hierro de quadradillo, cuyos extremos dan vuelta encima de los maderos *D*, al tiempo de andar la rueda, la qual anda con mucha mayor firmeza que si no estuviera asegurado su exe. La rueda, que tiene 4 pies y medio de diámetro, midiéndole desde el fondo del carril, mantiene apartada de las almas *A* como unos 3 pies la maroma *FI*, de donde salen los cordones; mediante este artificio tiran los peones la maroma en direccion quasi paralela al extremo *EH*, del qual cuelga el mazo, y tiran todos, sin necesidad de dividirlos en dos quadrillas, de la maroma *FI*.

A fin de que los hombres no tiren en direccion demasiado obliqua de los cordones, se atan estos no á la maroma, sino al rededor de un círculo orizontal atado á ella por su centro; con lo que tambien se precave que los peones se estorben unos á otros.

En algunas ocasiones se hincan pilotes desde andamios de 5 á 6 pies de alto, se echa mano para hincarlos á rebote, de un contrapilote *MN* (Lam.5.), con argollas en sus extremos, y una espiga *OP*, metida en la corredera de la campanilla, donde la mantiene sujeta una llave, á fin de que se mantenga invariable en la direccion del mazo. En la parte de abaxo lleva una clavija de hierro *Q*, mediante la qual se junta con la cabeza del pilote agugereada para este fin. Es práctica comun echar mano, para este caso, de contrapilotes de largo diferente, primero del mas corto, despues del mediano, y últimamente del mas largo.

F.6.

Di-

41 Digamos de camino como se planta el pilote en situacion que se pueda empezar á macearle. Demuestra esta figura la campanilla ordinaria mejorada, conforme enseñamos antes; aquí se ve mucho mejor la rueda *IK* (Lam.5.) en medio de las dos almas *D*, fortificadas con los pares *E*, y aseguradas arriba con el travesaño *FG*, de largo suficiente para colgar una polea *H* en cada uno de sus extremos, por cada una de las quales pasa una soga atada en *C* á los dos tercios de lo que coge de largo el pilote *AB*. Los otros extremos de las dos sogas pasan por detras de los pares *E*, donde estan los peones que levantan el pilote, al mismo tiempo que otros le ponen en situacion vertical para amarrarle á las almas de la campanilla, cuya maniobra es facilísima de entender. Los peones conviene sean muy diestros para executarla con brevedad. F.7.

42 Con la campanilla ordinaria, cuyas partes y uso acabamos de declarar, no se puede levantar el mazo sino lo que los peones pueden inclinarse, tirando de la maroma que tienen asida, ni puede servir mazo alguno que pase de 800 libras de peso; porque para maniobrar con mazos mas pesados, se necesitarian mas peones, los quales, sobre que se estorbarian vnos á otros, obrarian en direccion mas apartada todavía de la vertical. Por estos motivos se han inventado campanillas de mejor construccion, con las quales se levantan á la altura que se quiere mazos de hierro colado de 1400, 1600 y aun de 2000 libras con fuerza mediana, por medio de la grua *A* ó del cabrestante *B* (Lam.5.). F.8. y 9.

Cada golpe de este mazo mete mucho mas el pilote, pero tambien se gasta mas tiempo; porque apenas cae el mazo, quando es preciso agarrarle con el escape *ED*. Es el escape, como se ve, una especie de varilla de hierro, dividida en dos brazos desiguales en *C* donde se ata la maroma *HH*; al brazo mas largo está atada otra maroma *F* que tiene asida un peon; el brazo mas corto es un garfio que agarra el mazo por su anillo. Así que el mazo subió arriba, tirando el peon del brazo mas largo como de una palanca, baxa F.9.

su extremo *D*, y subiendo el otro, se sale el garabato del anillo, suelta el mazo el qual cae por su peso sobre la cabeza del pilote. Así que le da, se le sube otra vez, para lo qual se afloja la maroma enrollada en la grua ó cabrestante, y el mismo peon le vuelve á enganchar.

Aunque acomodado este escape, lo es mucho mas otro inventado por Vaulhoué reloxero Inglés, por cuyo medio se escusa desandar la grua, porque la soga baxa inmediatamente tras del mazo, y le agarra con una como tenaza de hierro atada en su extremo; devanándose, solo con soltar un escape, la soga enrollada en una linterna cuyo exe es vertical.

La campanilla de escape trae dos conveniencias. 1.ª Puede servir para levantar mazos de 1200 libras de peso, y es muy socorrida en los lances que faltan obreros para el manejo de la campanilla ordinaria; 2.ª con el escape se ahorra el tiempo que pierden indispensablemente los obreros en algunas maniobras intermedias al maceo, sea para descansar alternadamente, sea porque necesitándose mas hombres para macear con la campanilla ordinaria, gastan mas tiempo en poner el pilote en hinca, pues quantos mas peones manejan la campanilla sin escape, tanto mas se estorban unos á otros.

Pero tambien es cierto que con el escape camina el maceo con mas lentitud, por ser menos grande el motor; de modo que si para levantar un mazo de 1200 libras bastan ocho hombres con la campanilla de escape de Vaulhoué, en lugar de 48 que se necesitan con la campanilla ordinaria, tambien se gastará seis veces mas tiempo en igualdad de circunstancias. Deberá, pues, atender el arquitecto al sitio y otras circunstancias para saber qual de las dos campanillas le hará mas al caso, sin que por eso tenga seguridad de ahorrar gasto con la eleccion; siendo este el resultado que sacará con todas las máquinas simples, sean de la especie que fueren, siempre que en el cotejo que hiciere de unas con otras fuere el motor de una misma especie, como hombres, caballerías, &c. Porque tambien se manejan las campanillas

con

con caballerías, cuyo recurso tiene mas cuenta en qualesquiera casos, porque á proporcion de la fuerza y velocidad con que obran, salen mas baratas las maniobras con caballerías que no con hombres.

43 Por lo mucho que importa conocer muchas máquinas, para echar mano de la que proporcione hacer la maniobra con mas brevedad, sin perjuicio de su firmeza, añadiremos la descripcion de otra, dando con entera individualidad las dimensiones de todas sus piezas, á fin de que sirvan de norma.

El pie de esta máquina se compone de tres soleras *A* (Lam.6.) de 13 pies de largo, y 8 por 6 pulg. de esquadria; las dos primeras van travadas una con otra con travesaños *V* de igual esquadria. Este bastidor está ensamblado con otra solera *YZ* de 21 pies de largo, y 10 por 5 pulgadas de esquadria, el qual forma un arco *Æ* cuya ságita es de 7 pulgadas en direccion contraria al golpe que da el mazo quando se desenrolla la cuerda del arbol *C*; va fortificada esta pieza con un egion *B* de 6 pies de largo, y 7 por 6 pulgadas de esquadria, el qual sirve de antejuelo al árbol, cuyo egion va muy asegurado con pasadores y clavetas. Como toda la planta no cabe en la segunda de las figuras que aquí citamos, ha sido necesario cortar la solera *YZ*, pero su largo se sabrá por la primera, que demuestra el primero de sus dos perfiles.

F.1. y 2.

Al extremo *Z* hay otra solera *TT* (Lam.6.) igual á una de las primeras *A*, con la qual va enramblado un pendolon *Q* de 9 pies de alto, y 8 por 6 pulgadas de esquadria; apeánle dos pares *D* de 5 por 6 pulgadas de esquadria, cuyas últimas piezas componen la cola de la máquina.

F.2. y 3.

En medio de la primera solera se levanta el pilarejo *H* de 22 pies de alto, y 8 por 6 pulgadas, al qual tienen abrazado las orejas *OO* del mazo que llevan sus llaves de hierro para sujetarle. A este madero le aseguran dos pares *R*, llamados brazos de la campanilla, de 6 pulgadas de grueso.

F.3. F.1.

Sobre la segunda solera se levanta un pendolon de 22

 pies

pies de alto, y 6 pulgadas de grueso, unido al pilarejo *H* por medio del sombrero *L* de 8 por 6 pulgadas, con sus escopleaduras para recibir las espigas, apeado ademas de esto por los pares *S* de 6 pulgadas de grueso, uno de los quales lleva clavijas de modo que sirve de escalera. Para mayor firmeza enlazan cepos G de 5 por 4 pulgadas de esquadria la cabeza de la campanilla con la solera *E* y el pendolon *Q*. La solera se compone de dos maderos separados por el cuello del arbol *C*, muy unidos uno con otro con dos maderos ✠, uno de cada lado.

F.1. y 3.

Todas estas piezas se unen y ajustan, conforme demuestran las figuras, con pasadores y clavetas para desarmar la máquina siempre que se ofrece mudarla de sitio. Por lo que mira á su uso, es tan perceptible que escusamos declararle, pues con una mirada se echa de ver que el mazo está colgado de un escape *X* agarrado con una *S* de hierro atada á una cuerda que pasa por encima de una polea *M*, y por debaxo de otra *N* asegurada en el pendolon *I*, desde donde pasa á enrollarse al arbol *C*, al qual dan vueltas quatro hombres empujando los extremos de las palancas *F*. En quanto á la cuerda *XY* atada al escape, se echa de ver que tiene uno de sus cabos asegurado en la parte *Y* de uno de los pares de la campanilla, á fin de que haga romana, y suelte el mazo así que este llega á su mayor altura.

F.3.

Tiene este ingenio el defecto de componerse de muchas piezas, por lo que se gasta mucho tiempo en mudarle de sitio. El de antes se obra con mas brevedad porque, siendo mas cortas las palancas del cabrestante *B*, dará la vuelta en menos tiempo; pero tambien se necesitarán séis peones en lugar de quatro.

44 Casos hay en que es preciso hincar pilotes en direccion inclinada, para lo qual hay tambien ingenio apropiado (Lam.7.). Su planta se compone de quatro soleras, en una de las quales *AB* se plantan las almas *C,D,E,F*, señaladas con unas mismas letras en estotras figuras que demuestran el alzado y perfil de la máquina, y lo que las mismas pie-

F.1. 2, 3.



piezas están inclinadas respecto de su pie; las dos almas del medio *E,D*, vistas por detras como las otras sirven de corredera al mazo *G*, cuyas orejas *H* van cogidas con llaves para mantenerle sujeto. Las almas llegan mas arriba del sombrero *I*, con el fin de afianzar en ellas la polea *K*, por la qual pasa una soga atada al mazo. Dos tornapuntas *L,M* apean el maderamen que compone la parte delantera del ingenio, y el exe *N*, comun á dos ruedas atimpanadas, en cada una de las quales se enrolla una cuerda, bien que en direcciones encontradas, á fin de que andando á un tiempo las dos ruedas, la una de las sogas se enrolle y se desenrolle la otra, y al reves, mientras otra soga se desenrolla ó enrolla en el cilindro, conforme el mazo baxa ó sube. Para levantarle, se tira de la soga *T*, la qual se desenrolla del tímpano mayor *P*; entonces la otra soga *V* se enrolla en el tímpano menor *O*, y la soga *Y* atada al mazo *G* se enrolla al exe *N*; y luego que el mazo llega á lo alto de la corredera *K*, se tira de la soga *Z* del escape, y cae el mazo. F.2. F.3.

Para poder repetir la misma maniobra, se tira de la soga *V*, la qual se desenrolla de su rueda, desenrollándose al mismo tiempo de la suya la soga *T*; tambien se desenrolla la soga *Y* tirada de arriba abaxo del peso del escape con el qual se agarra el mazo; hecho esto, se repite lo de antes.

El diámetro de la rueda *P* es de 6 pies, el de la menor *O*, de 3, y el del exe 1 pie. La potencia obra en *T*; y como el mazo se mueve por un plano inclinado, la soga *Y* no sostiene todo su peso. F.2.

Bien se percibe que con hacer mas ó menos largas las tornapuntas *L,M*, se inclinará como se quiera la corredera, conforme pida la situacion en que se hubiere de hincar el pilote; siendo patente que tambien podrá servir para hincar pilotes verticales. Porque si las espigas del pie de las tornapuntas en vez de encaxar en las caxas *S* de las soleras, encaxasen en otras *R*, hechas de intento, se pondrá en direccion vertical la corredera.

45 Finalmente los pilotes se pueden hincar, levantando los mazos con alguna de las máquinas hidraúlicas que sirven para agotar el agua de lo interior de los caxones, quando la fuerza de la corriente sea suficiente. En la fábrica de la puente de Pont-Sainte-Maixence el árbol de una rueda de álabas sirvió para levantar mazos de unas 2000 libras de peso, con los quales se hincaron en un terreno de grava ó cascaxo y toba pilotes de quince pies de largo. Tambien sirvió en la misma fábrica la rueda de un molino para manejo de otras dos campanillas: por manera que no habiendo proporcion, y la habrá las mas veces, de colocar máquinas como estás en los rios donde para la fábrica de un puente se hayan de hincar pilotes; se podrán macear los de fundacion de toda una puente con solo tres hombres por campanilla.

46 A veces se tropieza con pilotes inútiles que estorban, ó se quieren aprovechar otros hincados en sitio donde no sirven, lo que obliga forzosamente á arrancarlos. Sirve para esta maniobra una armazon de madera que sostiene una rosca *B* (Lam.7.) con su tuerca *D*, la qual cae derecha encima del pilote *A* que se quiere arrancar, en cuya cabeza se hace un agugero para meter una barra de yerro, á la qual se ata, para tirar el pilote, una maroma ó cadena de yerro asegurada en un garfio, que demostramos separadamente. Dando vueltas á la tuerca por medio de las palancas que lleva, sube la rosca y con ella el pilote. Debe ponerse cuidado en plantar la máquina sobre un piso firme lo bastante para que pueda aguantar la fuerza de la rosca.

F.4.

47 La misma operacion puede executarse con otra máquina, cuya pieza principal es una viga *GL*, con su muesca en *K* (Lam.7.) á fin de que descansando en el apoyo *B* sin poderse escurrir, pueda hacer romana quando se levante su extremo *L*. Suponemos la viga dividida en 9 partes, cogiendo *GK* una de ellas, y *KI* las otras 8, y que en sus extremos va armada de hierro como pide su destino, y da bastante á entender la figura. Figurémonosla primero en la situacion que demuestran los puntos, y atada en su extremo *L* una cuerda,

F.5. y 6.

da, la qual despues de pasar por poleas se enrolla en la grua de la máquina, y dando esta vueltas se levanta el cabo *L* de la viga, baxa el otro G para enganchar con el garfio que lleva la soga atada al pilote. Agarrada que esté, se suelta la grua abandonando la viga á su peso, el qual mediante el brazo de palanca *KL* obra en el pilote con increible fuerza.

Por lo mismo que el efecto de la máquina pende del peso de la viga ó de su parte *KL*, es constante que lo mejor será hacerla de madera muy pesada, de roble v. g.; en cuyo caso podrán ser sus dimensiones de 18 pies de largo quando menos, por un pie en quadro, y será por el supuesto de antes, *GK* de dos pies y *KL* de 16. Si fuese de madera menos pesada que el roble, se la haría mas corpulenta para suplir, si se quisiese, con el aumento de masa la falta de gravedad.

48 No siempre se pueden plantar pilotes en sitios apurados de agua; casos hay en que no es preciso, ó no se la quiere apurár, siendo entonces forzoso apelar á otros artificios para hincarlos. Con esta mira (Lam. 8.) se levanta un andamio con dos lanchas grandes trabándolas una con otra por medio de un tablado sobre el qual se planta una campanilla que figuramos aquí vista por su planta, por detras, de lado y por delante, cuyas figuras estan diciendo que se levanta el mazo por medio de una rueda atimpanada, á la qual dan vueltas hombres andando dentro del tímpano. F. 1, 2, 3, 4

Una vez que dexamos declarada la construccion, usos y diferentes especies de ingenios con que se hincan los pilotes, pasaremos á enseñar como se colocan y macean.

Colocacion de los pilotes.

49 La colocacion de los pilotes incluye dos puntos; es á saber, la direccion en que se han de hincar, y á que distancia unos de otros.

En quanto á lo primero, aunque es práctica corriente hincar á plomo los pilotes de cimiento, es sin embargo acertado

do inclinar un poco ácia dentro los de la linea de los paramentos exteriores, esto es los que forman el recinto del fundamento, siempre que el terreno sea de corta consistencia. Así se precave que se desplomen ăcia fuera; pues para que esto sucediera, sería indispensable que primero se enderezaran los pilotes inclinados, lo que de ningun modo consentirá el peso de la fábrica. Los pilotes que mas riesgo corren de desplomarse ácia fuera son los de los estrivos de las puentes de fábrica y de las paredes de espolon, por lo que los empuja el peso de las tierras que hay detras.

Aquí se nos puede hacer una pregunta que á muchos parecerá sumamente estraña; puede preguntarse qual es mejor: ¿si hincar los pilotes de cabeza ó de punta? Parece que hincados de punta entran con mas facilidad y mas adentro, hasta que no solo ya no entran mas, sino que rechazan el mazo con que se les dá, lo que se llama hinçarlos á rebote de mazo, ó á rebote no mas. Esta es circunstancia esencialísima siempre que sobre los pilotes se han de asentar edificios de fábrica, que por lo comun son de muchísimo peso. Sin embargo consta de experimentos hechos con sumo cuidado que pilotes armados de azuches é hincados cabeza abaxo, los quales al principio entraban con mas resistencia, bien que siempre con mayor igualdad, llegaron á rebote con un mazo de 510 libras de peso á la profundidad de 18 y 20 pies, en la quarta parte menos de tiempo, que no otros pilotes de igual largo y grueso, maceados punta abaxo con el mismo mazo, en el mismo terreno y á la misma profundidad. La causa de esta que parece estrañeza es, que los pilotes hincados cabeza abaxo experimentan un rozamiento siempre el mismo, siendo así que va en aumento el que padecen hincándolos al reves; fuera de que tocando todo al rededor mayor extension de terreno el pilote hincándole punta abaxo, pierde al tiempo de macearle toda la parte de su fuerza que comunica al terreno.

Sin embargo mejor será seguir la práctica de hincar los pilotes punta abaxo; mediante cuya colocacion su cabeza esta-

tará directamente debaxo de la carga, y quedarán sin duda alguna mas fuertes y menos vacilantes. No obstante deben exceptuarse los pilotes que se hubieren de aserrar á alguna altura del suelo debaxo del agua, como quando sirven para fundar sobre un encaxonado las cepas y los estrivos de una puente unos 14 y 16 pies debaxo de la superficie del agua; porque hincarlos entonces punta abaxo, será cargar todo el peso de la fábrica sobre la parte mas delgada y endeble del pilote. Será, pues, mas acertado hincarlos en este caso cabeza abaxo.

50 En quanto al segundo punto, que es la distancia á que se han de hincar unos de otros los pilotes, es preciso para determinarle saber primero el aguante de cada uno de ellos, pues quanto mayor fuere, tantos menos se necesitarán, y tanto mas podrán espaciarse. Se viene á los ojos que el aguante de los pilotes pende de su grueso y largo, y de la carga que hubieren de resistir, en el supuesto de ser la madera de todos de una misma especie y calidad; quiero decir roble igualmente bueno, pino igualmente bueno, &c. Porque bien se percibe que con largo igual mayor carga resistirán los pilotes de grueso mayor; que siendo uno mismo el grueso de todos, será menor la fuerza de los mas largos; y que finalmente tanto mas fuerte será, en igualdad de circunstancias, un pilote que otro, quanto mas grueso y menos largo fuere á un tiempo. Pero como para averiguar la resistencia de los maderos cargados, como los pilotes, en direccion vertical, se han hecho, en grande por lo menos, pocos experimentos, nos ceñiremos á proponer aquí lo que sobre este punto dicen los escritores, y la regla que siguen los prácticos de mas experiencia.

Pero antes haremos una prevencion de suma importancia, y es que hay maderas cuyas piezas cargadas en situacion orizontal aguantan mas que las piezas de otras maderas cargadas en la misma situacion, siendo así que sucede todo al reves quando se la carga en direccion vertical. Hemos visto en la primer parte que el pino cargado orizontalmente aguanta un quintavo mas que el roble, pero cargándolos verticalmen-

mente la resistencia del roble es $12\frac{1}{4}$ y la del pino $9\frac{1}{5}$, el fresno cargado orizontalmente aguanta mas que el pino, y cargado verticalmente aguanta menos.

Esto presupuesto, digamos lo que sobre esto proponen los facultativos. Gautier quiere que en un trecho de seis pies ó dos varas quadradas se hinquen 18 ó 20 pilotes; Bulet es de opinion que los pilotes se hinquen dos pies distantes uno de otro de medio á medio, quando cada uno tiene un pie de grueso. A esta cuenta, en un trecho de seis pies quadrados entrarán 16 pilotes, si no se plantaren mas que estos; pero si se hincaren muchos, de modo que los de la orilla de cada trecho fueren comunes á dos de ellos, no entrarán mas que 10 en las dos varas quadradas. Pero en las obras de mucha importancia, la práctica es espaciar los pilotes tres pies quando mas de medio á medio; á cuya cuenta en las dos varas quadradas no entrarán mas que nueve, y quatro en el mismo trecho si hubiere otros iguales al rededor plantados tambien de pilotes.

Maceo.

51 Una vez que sobre los pilotes ha de cargar todo el peso del edificio, es indispensable hincarlos hasta la toba, la peña ú otro terreno firme y sólido, y á rebote de mazo; porque si llegasen sus puas ó puntas hasta un terreno de poca consistencia, y pudiesen introducirse mas abaxo, con la carga de la fábrica se hundirán mas, y dado caso que esta no se venga abaxo padecerá por lo menos mucho daño. Es, pues, necesario explorar primero con exquisita diligencia el terreno, calando con la tientaguja los terrenos arenosos, ó de poca consistencia que se dexan socavar de las corrientes, para saber que diferentes bancos de tierra hay debaxo, el grueso de cada uno, y á que distancia de la superficie está el terreno sólido. Esta averiguacion se hace maceando á rebote hasta que llegue á lo firme una tientaguja de hierro de 28 pulgadas de grueso, en la qual hay distantes uno de otro una pulgada, agugeros ó bocas inclinadas ácia abaxo, cuyo labio inferior es algo saliente. Llénanse de sebo las bocas, y al

al sacar la tientaguja se introduce la tierra en su lugar, y se conoce de que grueso y largo habrán de ser los pilotes. Con la tientaguja tambien se averiguará (y esto es importantísimo) si debaxo de la peña ú otro terreno firme hay acaso otro blando, ó alguna cueba, que dé lugar á que con el peso de la fábrica se hunda el banco de peña, ó el terreno firme; cuya desgracia se ha experimentado en algunas puentes y otros edificios de mucho coste.

De ningun pilote se puede creer que esté maceado lo suficiente ó hincado, como decimos, á rebote, hasta que dándole con el mazo muchas veces de seguida de 25 ó 30 golpes cada una, en ninguna entre mas de una ó dos lineas. Pero es esencialísimo no equivocar el rebote absoluto con el rebote aparente, y conviene por lo mismo declarar en que se distingue uno de otro.

52 Desde luego prevendremos, que quando se han de hincar en un mismo sitio muchas filas de pilotes, como quando hay que fundar una cepa ó estrivo de puente, se han de hincar primero los del medio, llamados pilotes de repleno, y despues succesivamente de mano en mano los demas, dexando para los últimos los del ámbito exterior, llamados pilotes de orilla, ámbito ó cerca. La razon de esta regla es muy obvia; porque si bien los pilotes van poniendo apretado el terreno, empezando por el medio, puede extenderse ácia las orillas, sin poner embarazo alguno al maceo de los pilotes de orilla. Pero si se macearan estos primero, el terreno del centro, comprimido por todas partes, se resistirá mas á la hinca de los pilotes, y será imposible darles toda la necesaria.

A esto dirá alguno, que si se macean primero los pilotes de orilla, se les podrá dar mas hinca, cuya circunstancia merece ser atendida en los terrenos ligeros y areniscos, porque las socavaciones, aun quando sean de igual consideracion, serán menos peligrosas. Por lo que mira á los pilotes de repleno, como se ponga el debido cuidado en macearlos á rebote, todos aguantarán el peso que se les hubiere de

car-

cargar y pueda esperarse de los golpes de mazo que llevaren.

Pero no son suficientes estos golpes, porque demasiado comprimido el terreno en el centro, procurará, impelido de su elasticidad, apartarse poco á poco de allí; la resistencia del rozamiento que coadyuva á mantener los pilotes en la hinca que se les hubiere dado, ira menguando y harán asiento. Al apartarse el terreno, empujará con tanto mayor eficacia los pilotes, quanto mas continuado y lento fuere su empujo; y es principio de mecánica que el peso cargado sobre los pilotes en direccion perpendicular al empujo de las arenas, no sirve para contrarestar su efecto. Por consiguiente podrán apartarse unos de otros los extremos de los pilotes en el supuesto de no estar metidos en terreno de competente firmeza; lo que será bastante causa para que se hundan, y se venga abaxo el edificio algun tiempo despues de levantado, bien que al principio no haga sentimiento alguno, por la lentitud con que obrará su efecto la elasticidad del terreno.

53 Con estas premisas se hará mas perceptible la diferencia que va del rebote absoluto al rebote aparente. El golpe del mazo, ayudado del peso del mismo pilote, le hinca al principio muy notablemente; pero despues le hinca menos, por causa de la mayor resistencia del terreno que se va apretando. El terreno inmediato se conmueve todo al rededor hasta cierta distancia, con el golpe del mazo y la reaccion de las hebras del pilote, cuya conmocion va siempre en aumento al paso que crece la hinca del madero. Bien se ve que las cosas han de llegar á términos que esta resistencia se ponga en equilibrio con el golpe del mazo; entonces no entrará mas el pilote. Pero si pasado algun tiempo se vuelve á macear el mismo pilote, tomará todavía mas hinca; porque el terreno que al principio le comprimía, irá comprimiendo y empujando circularmente de mano en mano el que tiene al rededor, será por consigüiente menor su resistencia, y maceando otra vez el pilote entrará mas. Señal evidente de que el rebote no era mas que aparente. El medio mas seguro pa-

2

3



para saber de cierto si el rebote es ó no absoluto, ademas de volver á macear el pilote con un mazo de mayor peso, es hacer antes con la tientaguja las calas propuestas; porque como por ellas se sabrá á que profundidad está el terreno firme, darán á conocer la hinca que tomará el pilote antes de alcanzarle.

Quando el terreno que se pilotea es de mucha miga, es facil distinguir uno de otro los dos rebotes de que vamos hablando. Porque quando el rebote es aparente, la elasticidad de esta casta de terreno echa fuera el pilote tanto como le hinca el mazo; pero así que el madero llega á la peña ó suelo firme, el golpe es mas seco, y rechazado el mazo con mas ímpetu por la misma elasticidad y reaccion de las hebras del pilote.

El terreno de miga no consiente, por causa de su elasticidad, sino un número determinado de pilotes; y siempre que se hace empeño de hincarle mas, se salen los primeros al tiempo de macear los últimos: lo que no puede menos de suceder luego que la fuerza del golpe de mazo, y la mayor elasticidad que adquiere el terreno oprimido de los pilotes, llegan á contrarestarse una á otra.

Quando el terreno tiene de suyo, como á veces sucede, esta densidad y elasticidad, el pilote solo entra tanto quanto puede levantarse la superficie del terreno para hacerle lugar, conforme sucede en la arcilla pura y verde, quando es bastante firme.

Hay un medio para conseguir que no se salgan los pilotes que se pueden hincar en un terreno de bastante miga y elasticidad, al tiempo de hincar otro, bien que este no tomará mas hinca que el pilote de que se habló últimamente. Todo está en hincar dichos pilotes cabeza abaxo; y daremos la razon. Quando los pilotes se hincan punta abaxo, estando chocada por todas partes la tierra así que se hinca otro pilote en las inmediaciones, por causa de la elasticidad que suponemos del terreno, los choques que la tierra da en direccion perpendicular á la superficie del tronco que forma el

pi-

piloté, se resuelven en otros dos, el uno orizontal que no surte efecto alguno, por destruirse unos á otros; otros en la direccion vertical ó del exe, los quales levantando el pilote le obligan á salirse un poco. Pero quando los mismos pilotes se hincan cabeza abaxo, la misma causa ha de obrar un efecto todo contrario. Por consiguiente lexos de salirse los primeros pilotes, tomarán mas hinca, como haya proporcion, en la direccion de su exe.

Ultimamente, para obrar con toda la seguridad posible en el maceo de los pilotes, ló mejor será seguir la práctica antes insinuada, de macearlos con mazos de diferente peso, empezando como es natural por los menos pesados. Así en la edificacion del puente de Moulins se hincaron las tablestacas con mazos de 300, 500, 1000, y 1500 libras de peso.

Como se aserran los pilotes.

54 Hincados que estén los pilotes necesarios para el fin propuesto, es preciso aserrarlos para que estén todas á un nivel sus cabezas, sin cuya circunstancia no sería posible asentar con firmeza el cimiento de la fábrica. Esta operacion no tiene dificultad quando se consigue apurar toda el agua, ó queda muy poca; pero es dificultosísima quando hay tanta que cubra enteramente los pilotes; por lo que, se ha inventado una máquina con la qual se aserran los pilotes debaxo del agua, tan abaxo como se quiere y muy á nivel, bastando quatro hombres para manejar la sierra con desahogo. Es de tan sólida construccion esta máquina, que no padece quiebras freqüentes que puedan interrumpir su uso.

Las dificultades que pueden ocurrir son 1.° que las cabezas de los pilotes pueden estar 8, 10 ó 15 pies debaxo del agua, á cuya profundidad llegan hincándolos hasta lo firme por medio de un falso pilote; 2.° que la sierra ha de estar, mientras obra, tan arrimada al pilote, que no se aparte, ó le suelte; 3.° que es necesario poder meter con igualdad los dientes de la sierra, mas ó menos conforme se quiera, segun la dureza de la madera ó el diámetro de los pilo-

lotes, y tener arbitrio para apartarla ácia atras despues de aserrado el pilote, ó quando tropieza con algun obstáculo que la impide ir ácia adelante; 4.° en que dado caso que la hoja de la sierra llegara á romperse, se pueda levantar toda la máquina á flor de agua para poner otra sierra que de intento se tiene á mano.

55 La máquina (Lam. 9. y 10) se compone de un gran bastidor de hierro orizontal *A*, de 8 pies de largo, por 5 pies 6 pulg. de ancho, que lleva la sierra *B*; su grueso es de una pulgada, y se compone de travesaños en que están firmemente aseguradas sus diferentes partes. Sobre los travesaños hay quatro planchas de chapa de hierro en los parages señalados *OO* que facilitan su movimiento: al bastidor le mantienen á nivel en la parte superior quatro almas de hierro *CC* que descansan sobre gatos. En medio, y mas adelante del bastidor *A*, hay un travesaño de hierro *D*, que podemos llamar pieza de resguardo, el qual sale una pulgada mas allá de los dientes de la sierra quando está parada, y cuyo destino es servirla de resguardo quando encuentra los pilotes que se han de aserrar. F. 1.

En medio de esta salida del castillejo, que sirve de pieza de resguardo, y distantes una de otra 4 pulgadas, hay otras dos almas de hierro *E,E* las quales pasando por dentro de cañones de cobre atraviesan todo el cielo raso y el maderamen superior *a,a* (Lam. 10.): tienen las almas *EE* un cuello con una base que descansa en el bastidor *A* cerca de la pieza de resguardo, y su extremo inferior es quadrado para ensamblar con dos semicírculos *FF*, garabatos ó asas de 10 pulgadas de largo (Lam. 9.) firmemente aseguradas en sus extremos con tuercas. La parte de arriba está en la misma disposicion que la de abaxo, para recibir dos llaves *b,b* (Lam. 10.) de 4 pies de largo, las quales haciendo que las dos almas *EE* den vuelta sobre su exe, proporcionan abrir y cerrar las asas *F* para agarrar el pilote *G* que se ha de aserrar, con una fuerza proporcionada á lo que cogen de largo las dos llaves de arriba *b,b*, que se aprietan con un tornillo mientras se está aserrando.

Unos 12 pies mas arriba del bastidor *A* (Lam. 9. y 10.) hay

hay un maderamen *a,a* (Lam. 10) desde el qual se maneja la sierra, y descansa sobre quatro almas de hierro *C*, que tienen hasta 18 pies de alto, habiendo en la cabeza de cada una un gato pequeño *f*, para baxarle ó subirle, segun sea menester; á lo largo de las almas hay dientes á tal distancia unos de otros, que cada uno puede subir ó baxar la sierra media linea.

Al maderamen ó bastidor *a* le reciben cilindros *cc* (Lam. 10.) que ruedan por encima de otro bastidor grande *d*, que coge todo el ancho de la cepa del puente, desde el un lado al otro del grande andamio de recinto *gg*; cuyo bastidor tambien descansa sobre rollos *ee* para echarle adelante á medida que hay mas pilotes que aserrar. Esta descripcion de la máquina se hará mas perceptible todavía con la explicacion de su uso, por lo que la daremos aquí.

Declárase el modo de obrar de este ingenio.

56 Este ingenio tiene dos movimientos principales; al primero le llamaremos lateral, y es el movimiento del aserramiento; al segundo le llamaremos movimiento de ida y vuelta, porque se hace ácia adelante á medida que se está aserrando el pilote, y sirve tambien para desandar lo andado.

El movimiento lateral se hace por medio de dos palancas de hierro *HH*, algo acodilladas en su longitud, las quales apean en uno de sus extremos *I* un semicírculo de hierro curvo *K* en el que está afianzada á esquadra la sierra orizontal *B*, con tornillos con el fin de poderla mudar siempre que se ofrezca. Las palancas tienen sus puntos de apoyo en dos pivotes *LL*, enlazados con un doble travesaño, y distantes 20 pulgadas uno de otro, los quales tienen sus extremos inferiores empotrados en una ranura ó corredera *M* que facilita el movimiento de ida y vuelta, conforme se especificará despues. Descansan encima del bastidor de hierro sobre una basa *N*, de 2 pulgadas de alto (Lam. 9.), y sus extremos sobre quatro rollos de cobre *O,O,O,O*, puestos encima de otras tantas chapas de hierro.

F. 2.

Desde encima del andamio superior *aa* mueven las palan-

lancas *HH* quatro peones *hh* asidos á manijas *ii*, aseguradas en palancas inclinadas *k*, cuya parte inferior está asegurada en el bastidor de hierro *A*, y en medio de los quales está asegurada la base de un triángulo equilátero *P* (Lam. 10.), estando su vértice tambien asegurado en medio de un travesaño orizontal *Q*.

El travesaño *Q* que abraza los extremos de los brazos de palanca de la sierra, se mete en una corredera de hierro *R*, hecha en el bastidor *A*, donde descansando sobre rollos, va y viene, con lo qual proporciona á la sierra el movimiento lateral señalado con puntos *S,S,S* (Lam. 9), mediante los agugeros ovalados *T* que hay en los otros extremos de los mismos brazos de palanca, que les facilitan el alargarse y encogerse alternadamente, segun su distancia al centro del movimiento *L*. En los agugeros ovalados *T* se meten pivotes *V*, asegurados en el semicírculo *KK* de la sierra, y llevan en la parte superior, mediante muchas rodajas de cobre puestas entremedias, los extremos del segundo semicírculo *X*, pegado con retornos *Y* á exes que ruedan *ZZZ*, puestos en medio de una gran corredera *l,l* que recibe el movimiento de ida y vuelta.

El segundo movimiento se hace por medio de un gran cric ó gato orizontal *m,m* colocado con corta diferencia á los dos tercios del piso, cuyas dos piernas están muy bien aseguradas en las correderas *MM*. Mediante las dos piernas de este cric que engargantan con dos ruedas dentadas *n,o*, se mantiene la sierra *B* al tiempo de su movimiento lateral *S,S* paralela con la corredera *l,l*, aprieta con movimiento lateral é igual el pilote *G* á medida que se le asierra, y vuelve á su sitio con un movimiento contrario despues que queda aserrado. Todo el movimiento del cric *mm* se hace desde encima del andamio ó piso superior por medio de una palanca orizontal *p*, que abraza á esquadra el extremo de un árbol *qq* puesto en el centro de la rueda *o*, comun del cric, la qual es el verdadero regulador de toda la máquina. Por el fin de precaver las equivocaciones que podria padecer el

E ofi-

oficial á cuyo cargo está el regulador, hay encima del andamio superior *a,a* un círculo *w* semejante al que anda el extremo del regulador mientras se está aserrando un pilote. Hay tal correspondencia entre el gato y el círculo, que una vuelta entera del regulador no solo corresponde á una vuelta entera del círculo, sino que tambien puede aserrar un pilote de 20 pulgadas de grueso, que son los mayores que se gastan.

Al tiempo de hacerse el movimiento de ida y vuelta, el extremo de la corredera *l*, que va apeado de un corto vuelo, se mueve por dentro de una corredera que hay á lo largo del cuerpo *t,t* por medio de un exe *s*.

Es muy facil de percibir, por lo dicho hasta aquí de este ingenio, como se asierran los pilotes: el punto mas dificultoso de esta maniobra está en baxar la sierra á la misma profundidad respecto de los pilotes, á fin de dexar á un nivel las cabezas de todos. El acierto de esta operacion pende de estar puntualmente á nivel el andamio de recinto *g* (Lam. 10), porque no pudiendo la máquina ni alargarse, ni encogerse por causa de las almas *CC*, armadas de pequeños crics *f,f* que la sujetan en el tablado *a*, seguirá indefectiblemente en la parte de abaxo un plano paralelo al de arriba.

Por consiguiente para hacer uso de esta sierra, se dispone un andamio movible *a,a*, cuyo destino es recibir la máquina muy á nivel en toda la extension de la cepa: hecho esto, quando se quiere aserrar el primer pilote, se baxa el bastidor de hierro *A* que lleva la sierra *B* tan abaxo como se quiera, se adelanta el andamio *a*, hasta que la pieza de resguardo *D*, ó la parte delantera del bastidor *A* llega al pilote, entonces se le coge con las garras *FF* por medio de los dos brazos *bb* de encima del andamio, y se los aprieta con los tornillos de vuelta. Despues el oficial se encarga de dirigir el regulador *q* del cric mayor *m,m*, y empuja adelante la sierra que estaba recogida debaxo de la pieza *D*; y finalmente quatro peones *h* la ponen en movimiento. Mientras se executa esta operacion, el oficial gobierna el cric de mo-

modo que la sierra anda adelante lo que conviene, y muerden los dientes á proporcion. Andando el círculo *W*, cuya vuelta executa, segun diximos antes, el aserramiento del pilote, conoce desde el andamio el efecto de la sierra por el parage del círculo donde él se halla; sabe si está á la mitad ó al fin del aserramiento, en virtud de lo qual apresura ó atrasa el movimiento de los peones.

Así que está aserrado el pilote, se aflojan los dos brazos de las garras; despues el oficial, mediante un movimiento de vuelta, recoge la sierra debaxo de la pieza *D*, y últimamente se adelanta la máquina ácia otro pilote para aserrarle del mismo modo.

Porque se tiene experimentado que con el balanceo del aserramiento bambolean las garras al rededor de los pilotes, particularmente quando se asierran á mucha profundidad debaxo del agua, se hacen, con la mira de remediarlo, tabiques de tablas de chilla ajuntadas unas con otras con bramante gordo, cuyos tablados se colocan á derecha é izquierda de la máquina, en lo que coge de largo, y en todo lo que cogen de alto las almas *CC* con cuerdas. Siempre que se quiere levantar el bastidor de hierro, se van desatando las cuerdas de los extremos de las tablas atadas á los dientes de las almas, y entonces las tablas se doblan succesivamente unas encima de otras. Quando se quiere baxar el mismo bastidor, se vuelven á atar las tablas unas despues de otras en las almas hasta arriba, con lo que se atajan enteramente los balanceos.

Con este ingenio se asierran en un dia 20 pilotes de repleno y 40 de recinto, los quales no dan sujecion alguna por lo tocante al nivel, como los otros; se gastan unos 3 minutos en aserrar un pilote, y entre los que se aserraron para fundar el puente de Saumur, no hubo tres lineas de diferencia de nivel entre el pilote mas alto y el mas baxo despues de aserrados. Obra la máquina con tal precision, que habiéndola arrimado segunda vez á pilotes aserrados 4 lineas mas altos de lo que se queria, quitó la sierra con suma facilidad este corto exceso.

Para obrar con esta máquina bastan ocho hombres; los quatro sirven para el movimiento de los andamios, y los otros quatro gobiernan y andan con facilidad la sierra. En la puente mencionada, donde los pilotes tenian desde 14 hasta 16 pulgadas de diámetro, los peones hacian una pulgada de aserramiento por minuto: pero se reparó que quando trabajaban un poco mas apriesa, hacian sin fatiga doblada obra, y salia mas igual el corte de los pilotes, mas hermoso, y menos expuesto á quedar gaucho; porque quando anda la sierra despacio, la mas mínima desigualdad en la madera, ó el mas leve desconcierto de los peones pueden dar lugar á un falso engargante, que solo con velocidad uniforme puede precaverse.

57 Añadamos para mayor claridad una explicacion individual de las Láminas 9 y 10, cuyas figuras demuestran la planta, perfil y alzado del ingenio, cuya descripcion acabamos de dar, señalando con unas mismas letras mayúsculas los mismos objetos.

A, bastidor de hierro que sostiene el movimiento de la máquina.

B, hoja de sierra.

C,C, almas con gatos cuyo destino es subir ó baxar el bastidor de hierro que lleva la sierra.

D, salida del bastidor que sirve de pieza de resguardo á la sierra.

E,E, almas de hierro que sirven para apretar las garras.

F,F, garras.

G, pilote á medio aserrar.

H,H, palancas orizontales que proporcionan el movimiento lateral de la sierra.

I,I, extremos de las palancas *H*.

K,K, semicírculo que lleva la sierra.

L,L, pivotes enlazados unos con otros por medio de dos travesaños, y cuyos extremos inferiores van empotrados en una corredera *M*.

N, corta elevacion que sirve de punto de apoyo al centro de las palancas *H* (Fig. 2, Lam. 9).

O,

O,O, quatro rollos de cobre que ruedan por otras tantas chapas de hierro.

P, basa de un triángulo equilátero (Lam. 10), cuyo vértice va asegurado en medio de un travesaño orizontal *Q*.

R, corredera.

S,S, movimiento lateral de la sierra, señalado con lineas ocultas.

T,T, agugeros ovalados en los extremos de los brazos de palancas.

V, pivotes asegurados en el semicírculo de la sierra.

X, segundo semicírculo.

Y, retornos.

Z,Z, pivotes.

&, tabiques de tablas (Lam. 10).

a,a, andamio que sostiene la máquina.

b,b, llaves de las garras.

c,c, cilindros ó rollos del andamio de la máquina.

d, otro andamio que coge todo el ancho de la cepa desde un lado al otro del andamio de recinto *g,g*, y puestos encima de rollos *e,e*.

f,f, ruedas de los gatos superiores, cuyo oficio es levantar ó baxar el bastidor de hierro sobre el qual está asegurada la máquina.

h,h, peones que andan la máquina.

i,i, travesaños de los brazos de palanca.

k,k, brazos de palanca.

l,l, correderas que proporcionan el movimiento lateral (Lam. 9).

m,m, gato orizontal.

n, rueda de comunidad del gato.

o, otra rueda en la qual está el regulador.

p, llave del regulador.

q, alma del regulador.

r, oficial que dirige la sierra.

s,s, ruedecitas puestas sobre chapas de hierro, para ser-

vir al movimiento de ida y vuelta (Lam. 9).

t,t, ranura donde entran los extremos de la corredera *l*.

w, círculo que anda el oficial al dar vueltas al regulador.

u,u, pilotes aserrados.

x,x, pilotes por aserrar.

Obras hidráulicas en los rios.

58 Al tiempo de especificar las obras hidráulicas, quando propusimos el plan de este tratado, hemos ponderado la importancia de todas, y la dificultad de las mas, pero ninguna hemos graduado de temeraria. Si las hay que merezcan esta calificacion, son sin duda alguna las que se hacen en los rios, las quales, menos las puentes, se encaminan á desviar ó atajar su corriente, reparar sus márgenes, aprovechar sus aguas para la navegacion, el riego y los molinos donde se muelen los granos que sirven de principal sustento al hombre. Estas obras son otros tantos puntos que encierra este asunto de tanta dificultad, volvemos á decirlo, quanta es su importancia. Porque todas quantas estrañezas reparamos particularmente en la direccion y márgenes de los alveos de los rios, provienen de causas que incesantemente estan obrando con influxo tan necesario, que apenas bastan las fuerzas é industria humana para contrarestar sus efectos. Así lo pensaba el maestro de la ciencia de los rios, el profundo Guillelmini, quien acerca de este asunto se explica en los términos siguientes.

" Si yo considero la sencillez con que obra la naturaleza, con dificultad me persuadiré á que quiera dar á los rios otra direccion que la recta, porque, segun dice un axîoma vulgar entre los físicos; la naturaleza siempre sigue en sus operaciones caminos y medios brevísimos. De aquí es que siendo su intencion encaminar por las madres de los rios sus aguas á su paradero, esto es al mar ó á otros rios mayores, con dificultad se alcanza porque da direcciones obliquas y torcidas al curso de los rios, haciendo que anden doblado ó triplicado camino, el qual si siguieran

" una

Fig. 1.

„ una linea recta sería cortísimo. Es, pues, necesario creer „ que la oblicuidad del curso de los rios es efecto inevitable „ de las circunstancias y del influxo de las causas principa- „ les que concurren, por decirlo así, á la generacion de sus „ alveos; y que siendo sumamente dificil de conseguir que „ un movimiento ocasionado y dirigido de muchas causas „ siga la direccion rectilinea, es por lo mismo conseqüencia „ forzosa que los rios tomen madres oblicuas y sinuosas, se- „ gun varían las resistencias con que tropiezan sus aguas, ó „ segun obran las causas, juntas ó separadas.

„ La precision en que se han hallado los hombres de po- „ ner freno á la voracidad de los rios, la qual muchas veces des- „ truye, con llevarse sus márgenes, la subsistencia de toda una „ familia, y con mudar su curso apartándose de las puentes „ por debaxo de las quales pasaba, pone con freqüencia in- „ transitables los caminos, intercepta la libertad del comer- „ cio, y causa otros muchos daños anexos á la instabilidad „ de los mismos rios, es la que ha obligado los arquitectos „ hidráulicos á discurrir para remediarlo y averiguar sus cau- „ sas; por lo que no hay ramo alguno de la Arquitectura Hi- „ dráulica al qual se hayan dedicado tanto, como si no tuvie- „ ra mas asunto que este. A pesar de cuyo empeño no pode- „ mos menos de confesar que hasta ahora se ha adelantado „ poco, ya porque sea excesivo el número de las causas que „ obran las corrosiones y mudanzas de curso, ya porque „ sea dificultosísimo de apreciar la eficacia de cada una, y „ proporcionar á su influxo la resistencia de los reparos, ó „ porque sea fecil errar al indagar la causa particular, cuyo „ efecto se desea precaver. Este es el motivo por que las mas „ de las veces se trabaja en vano, y gasta inutilmente tiem- „ po y dinero, quando se procura resistir el curso sentado „ de un rio: antes en muchos casos el remedio es peor que „ el mal; siendo freqüente que llevándose el rio un reparo „ ha ocasionado en un dia la ruina de la margen á la qual „ estaba arrimado, cuya margen hubiera resistido por sí sola „ mucho mas tiempo.

„ No es mi ánimo censurar con esto la práctica de re-
„ parar las márgenes de los rios, ni mucho menos dar re-
„ glas seguras para executarlo. Sé con quanto miramiento y
„ cautela debe obrar qualquiera que lo intente. Tampoco ig-
„ noro quanta luz da acerca de esto la experiencia ó cono-
„ cimiento del rio, en el qual se trabaja, cuyo cono-
„ cimiento es de todo punto necesario. Pero la experiencia
„ no debe caminar sin la luz de la teórica, si se aventura
„ sin este auxîlio, se quedará á obscuras siempre que muden
„ las circunstancias en que se fundare. Lo que pretendo es
„ ilustrar la práctica por otra parte ciega de los arquitectos
„ hidráulicos, á fin de que por la averiguacion de las cau-
„ sas puedan venir mas facilmente en conocimiento de los
„ efectos, y proporcionar á unos y otros sus invenciones.

Al exemplo de tan autorizado maestro, primero que especifiquemos las obras hidráulicas, que suelen ofrecerse en los rios, daremos á conocer algunas de sus propiedades estrechamente enlazadas con la práctica.

Teórica de los rios.

59 Cinco son los puntos que esta teórica considera: 1.º origen; 2.º propiedades; 3.º avenidas; 4.º velocidad; 5.º camino de los rios.

Origen de los rios.

60 Se ha creido mucho tiempo que el agua de los rios venia de la mar, cuya opinion ha tenido á su favor físicos de gran opinion; pero solo un filósofo solitario, dice el Abate Frisi, puede creer, arrinconado en su estudio que los rios vengan de la mar antes que de las lluvias y de las nieves que se deshacen. De ningun modo podrá creerlo un filósofo viagero que mire con ojos atentos la madre de un rio, y se tome el trabajo de seguir sus aguas hasta su fuente. Despues de este reconocimiento no tendrá la menor duda, y verá patentemente que los rios se forman del agua de las llu-

vias

vias y de las nieves deshechas. Vamos á probarlo.

Quando se sigue agua arriba el alveo ó la madre de un rio, se van encontrando materias cada vez mas gruesas, se repara que en trechos iguales caen las aguas desde mayor altura, y va menguando su cantidad por grados y diferencias tan poco reparables, que es preciso no apartar de ellas un instante la vista para poderlas apreciar. El tronco principal del rio se forma de muchos ramos menores, y estos de otros pequeñísimos que todos son siempre gradualmente menores. Todo el suelo y las orillas, así de los arroyos influyentes, como del recipiente donde mueren, están sembradas de innumerables y sutilísimas venas que suministran delgadísimos hilos de agua. Los primeros arroyuelos que de tantas y tan diferentes partes van unos despues de otros á formar y engrosar todo el rio, son pequeñísimos, y se les ve manar de las húmedas cuestas de los cerros y las montañas. La tierra de todo al rededor está tan empapada de agua, que si se hace una hoya, por pequeña que sea, en el instante se llena. En una palabra, es la misma corteza de la tierra la que nos envia poco á poco desde todos los puntos de su superficie todas las aguas corrientes; y es, dice Frisi, un desatino físico suponer conductos subterraneos que lleven todo un rio desde la superficie del mar hasta la cumbre de las montañas.

El que quiera una prueba mas clara de nuestra proposicion, no tiene sino considerar que la cantidad de agua que lleva comunmente un rio, es muy corta en comparacion de la que acarrea en sus crecientes y medias crecientes, pues los rios en sus avenidas suben á una altura muchas veces mayor que la ordinaria. El Sena, que atraviesa la Ciudad de París, no sube muchos años en verano mas que á quatro pies de altura, y en las avenidas de 1714, 1715, 1760 subió cerca de 24 pies. En las crecientes ordinarias del Pó, suben sus aguas á una altura quatro veces mayor que la ordinaria; y si suponemos su madre de ancho igual, dará por las reglas sabidas en un solo dia de creciente tanta agua quanta en

ocho

ocho dias de aguas baxas. Si atendemos á lo mucho que se ensancha su madre en las crecientes, y reflexîonamos que el Po crece dos ó tres veces cada año, durando algunas crecientes 30 y 40 dias, sin contar muchas medias crecientes, será forzoso convenir en que la mayor cantidad de agua es la que ocurre en las crecientes; y no se puede negar que el agua de las crecientes viene inmediatamente de las lluvias y las nieves. Jamas se ve crecer rio alguno sin que primero llueva mucho ó se deshaga mucha nieve de las montañas. Los hombres del campo conocen por el ayre y otras señales las próxîmas avenidas, y no se descuidan en apartar de la madre de los torrentes, que crecen repentinamente, todo quanto corra algun riesgo.

En Italia, cuyas montañas y collados son formados en gran parte, segun Frisi, de terreno suelto, hay una prueba de lo que estamos diciendo. El Támesis y los demas rios de Inglaterra acarrean de todos los parages de donde vienen poquísimas materias, y se mantienen bastante claros, aun quando corren crecidos; siendo esta la razon por que los arcos de la antigua puente de Londres, y de la puente nueva de Westminster se han conservado despejados, y no se ha levantado sensiblemente el suelo de todo el rio. Es pues consiguiente que las aguas llovedizas cayendo sobre las faldas de las montañas desprendan y suelten mucha cantidad de materias diferentes. Las arenas mas gordas, el guijo, los cantos corren impelidos irregularmente de la fuerza de las mismas aguas, las quales, soltándolos, los dexan desparramados acá y acullá en el suelo de la madre. Las piedras mayores é irregulares siempre se quedan en los troncos superiores de los rios; y aun quando su declivio y la fuerza de la corriente en las partes inferiores ya no puede empujar mas que las piedras redondas, el cascajo y los demas cuerpos gradualmente menores, las arenas gordas se desparraman mas allá del último límite del cascajo; pero las arenas menudas, la tierra y demas partes de igual naturaleza, siendo igualmente ligeras ó poco menos que el agua, con la violencia de

de la corriente se levantan del suelo, con la resistencia que experimentan al precipitarse otra vez, tienen que correr mezcladas con el agua, le quitan su transparencia, y esto es lo que causa las turbias de los rios. La mudanza de color que se repara en las aguas, así que empiezan á crecer, manifiesta el camino y los parages por donde vienen.

Otra observacion hay que hacer de mucha importancia. Todos los rios mayores, y los menores que en ellos mueren, tienen sus crecientes en tiempos diferentes; y suponiendo que llueva igualmente en las montañas, y haya una deshecha instantanea de nieves, los torrentes que con mas brevedad llegan á un parage determinado, son los primeros que llevan la creciente. Pero con freqüencia sucede correr turbio un influyente, y claro el recipiente; en otros casos al contrario, pasada que sea la creciente del influyente, solo el recipiente corre turbio. Entonces se distingue muy patentemente el agua del influyente, la qual en un gran trecho se mantiene arrimada á su propia orilla sin mezclarse con la del recipiente.

En una palabra, todas las apariencias de las avenidas, el orden por el qual crecen y menguan los rios, las materias que acarrean, están manifestando patentemente que se forman de las aguas sueltas, las quales cayendo sobre las faldas inclinadas de las montañas, van á parar á las madres de los rios. Y porque la mayor cantidad de agua, conforme reparamos poco antes, es la que acarrean los rios quando vienen crecidos y á medio crecer, no se podrá negar á la demas que despues queda el mismo origen. Fuera de que de qualquier modo que llegaren hasta nosotros las aguas del mar destiladas, y, si posible fuese, desaladas en las entrañas de la tierra, siempre serian diferentes de las otras que caen inmediatamente del cielo; lo que no concuerda con la experiencia, por ser constantemente de una misma calidad las aguas de un rio, corra crecido ó corra regular.

A esto añadiremos que la seca que particularmente en estio padecen las llanuras, jamas se experimenta en la cumbre

bre de las montañas. La cantidad de lluvia que cae cada año en una comarca es tanto mayor, quanto menos dista de las faldas de las montañas mas encumbradas; las tempestades y las lluvias siempre son mas freqüentes y violentas en los parages montuosos. La cumbre de los Apeninos y los Alpes está cubierta de una nieve eterna; las nubes que cubren las montañas las mantienen quasi perpetuamente empapadas de humedad, y hace oficios de una imperceptible y perene lluvia. Hay, pues, quanto basta en las montañas para abastecer sin cesar los manantiales de los rios, aun quando padecen seca las llanuras baxas.

Con las freqüentes lluvias y tempestades se llenan los grandes depósitos y cuevas que hay en la cumbre de las montañas; y siendo menos la evaporacion, se mantiene allí toda el agua en lagunas, y algunas se ven en muchísimas montañas. Hombres muy observadores de la naturaleza creyeron que estos y otros semejantes depósitos de agua, por medio de tantas cantimploras formadas y continuadas en la tierra, la toba, y en las peñas que forman la osamenta de las montañas, suministraban el agua á las primeras fuentes de los rios que se ven nacer en la cima de las montañas menores.

De todo lo dicho hasta aquí inferirémos que la cantidad de lluvia, de nieve que se deshace, la calidad de los terrenos que se empapan de humedad en la cumbre de las montañas, el declivio de los planos que le facilitan escurrirse á las llanuras baxas, la distribucion, pequeñez y número de los primeros manantiales, bastan para dar razon de quanto se repara en el principio, curso y engrosamiento de los rios.

Propiedades de los rios.

61 Todo rio, grande ó mediano; los mas por lo menos, puede considerarse como una dilatada laguna subterranea, cuya parte puesta á la vista, la que llamamos rio, sirve de canal para dar curso á sus aguas.

Son

Son muchos los hechos de experiencia diaria que lo prueban. Porque quando se mide la altura del agua de los pozos mas distantes de los rios grandes ó medianos, se halla ser la misma que la de los rios mas cercanos; y si se notan las variaciones del agua en los pozos distantes una legua por lo menos del rio mas inmediato, se la halla tambien siempre á un nivel con la de los rios, así en tiempos de crecidas como de aguas ordinarias. Todo esto prueba que los pozos son parte de la laguna subterranea de los rios, con los quales tienen una origen comun.

Silberschalg trae un caso que hace mucho á nuestro intento. "Mandé abrir (dice este autor) años ha un pozo, „ y así que encontré agua, salió mucha con mucha arena á „ manera de surtidor. Procuré agotar una y otra por espa„ cio de ocho horas continuas, despues de asegurar, para „ que no se desmoronaran, con tablones y codales los la„ dos del pozo, esperanzado de averiguar por este camino „ la causa de muchos apuros en que me habia visto traba„ jando en obras aquáticas. Habia durado ya ocho horas el „ agotamiento quando el pozo no estaba hondo mas que 6 pul„ gadas, bien que por la cantidad de arena sacada debia es„ tarlo seis pies. Indagando de donde venia toda esta are„ na, ví que la arrojaban dos bocas que el agua habia he„ cho detras de los tablones. Mandé quitar al instante co„ dales y tablones, con el fin de que se cayera al foso to„ da la tierra que quisiese, y aseguré á mis oficiales, que te„ nian hechos muchos pozos, pero ninguno en terreno de „ tan mala calidad, que ya confiaba de llevar la obra al cabo „ con solos dos.

„ Es tan nueva (añade el citado autor) esta operacion, „ que estimo necesario decir en que me fundé. Por la nive„ lacion se echaba de ver que el agua estaba á una misma „ altura en el pozo y el rio; a un mismo tiempo subia y „ baxaba en ambos: de lo que era forzoso inferir que el po„ zo, bien que distante del rio mas de 140 varas, se co„ municaba con él. De lo mucho que inutilmente se traba-

„ jó

„ jó para sacar la arena, se seguía 1.º que el agua del rio
„ pasaba por entre la arena y la acarreaba: 2.º que para edi-
„ ficar en las orillas del mismo rio, ó en sus inmediaciones,
„ era indispensable afirmar primero con sumo cuidado aque-
„ lla arena movediza.

„ El agua del pozo tardaba tres dias en ponerse, ya cre-
„ ciendo ya baxando, á un nivel con la del rio, por consi-
„ guiente el banco de arena no podia menos de coger algu-
„ na extension. La misma operacion hace patente que las
„ aguas de un rio, especialmente si es caudaloso, permane-
„ cen poco tiempo á la misma altura. Tambien explica por
„ que quando las aguas empiezan á baxar despues de las gran-
„ des avenidas, se trasporan por debaxo de los diques, y
„ trasporándose por las tierras van á inundar las heredades
„ de al rededor. "

Los líquidos calan los cuerpos insinuándose por sus poros, hasta que encuentran poros mas pequeños por donde no pueden introducirse. Un rio que corre por peñas no puede calar hasta la tierra, á no ser que en las peñas haya alguna grieta; si no la hubiere, será inutil quanto se trabajare para abrir pozos en las inmediaciones. Tampoco la arcilla se dexa calar del agua; pero son muy pocos los rios, si es que alguno hay, que corren por arcilla, los mas corren por un suelo arenisco, cascajoso ó peñascoso.

Crecientes de los rios.

62 Es cosa muy sabida que todo rio crece luego que acude á su madre mas agua que la que por ella corre; y se mantiene á una misma altura quando recibe tanta como despide ó acarrea; y que baxa siempre que pierde mas agua de la que le viene. Pero qualquiera que considere con particular atencion los rios, echará de ver otras cosas muy singulares, especialmente si tuviese correspondencias que le proporcionen saber lo que pasa á un mismo tiempo en distintos parages de su madre. Sabrá desde luego que con un agua-
ce-

cero que saca un rio de madre junto á su fuente, no crece una pulgada 20 ó 30 millas mas abaxo, y que las crecientes no se manifiestan, ni con mucho, rio abaxo tan pronto como podria presumirse de la precipitacion con que caminan.

Quando las crecidas no cogen muy lexos, es señal de que el aumento de agua que el rio recibió no fué suficiente para engrosar notablemente todas las lagunas subterraneas que el rio forma, las quales sorben todo el aumento de agua, por cuya causa se perciben con tanta lentitud las crecientes ácia las partes inferiores del rio. Quanto mas el rio cala tierra adentro, quanto mas secos están los bancos de arena por donde corre, tanto mas tarde se conocen las crecidas en sus partes inferiores. Sería, pues, muy del caso que los moradores de las orillas de los rios se correspondieran unos con otros, á fin de que avisando los pueblos de arriba las crecientes á los de abaxo, pudiesen estos, no solo resguardar las obras que tuviesen en el agua de los embates de las avenidas, mas tambien poner con tiempo en cobro los frutos que corriesen algun riesgo.

Siempre que en un rio entran otros, se hace mayor el ancho ó la altura del rio recipiente, por lo que su union influye poco en las avenidas de los rios; lo que sí influye muchísimo, es todo lo que angosta sus madres. El daño que de aquí debe seguirse se hace mayor, siempre que para plantar una puente sobre cepas en un rio se busca por economía el parage mas angosto de su alveo; siendo esta una de las principales causas de la ruina del pais. Los que miran mas por el bien de los pueblos que por el ahorro, siempre serán de parecer que nunca es acertado plantar las puentes en los parages donde la madre del rio es mas angosta, á no ser que lo sea tanto, que pueda construirse sin cepa alguna, y con tirar un arco de una á otra orilla. Toda puente edificada donde es angosta la madre del rio, corre muchísimo riesgo de ser derribada, y las cepas salen mas costosas, porque es indispensable darles un grueso que baste á resistir toda la violencia del rio estrechado.

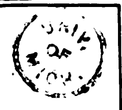
Es

Es principio patente que quando la altura del agua llega á ser otro tanto mayor, comprime dos veces mas que antes las orillas del rio, cuya doblada presion les perjudica notablemente. Las grandes avenidas ocasionan desgracias todavía mayores, las quales no es posible precaver con diques; porque trasminándose el rio por debaxo de tierra va á anegar las haciendas de alrededor, llevándoles sales corrosivas muy perjudiciales, dexando acá y acullá almarchales, de modo que el ganado que allí pasta come el pasto con repugnancia y enferma.

Los diques estorban á la verdad que el agua se lleve las caserías del campo, y contienen un poco de tiempo el agua. Es este mucho beneficio sin duda alguna, pero no basta: lo que importa muchísimo es precaver que el agua brote, y tanto sirve para esto un dique, como una plaza de guerra para impedir las correrias de los enemigos en las campiñas: ¿que hicieron para precaver este mal los Egipcios á quienes por mucho tiempo hizo grandes daños el Nilo, antes de forzarle á que fuera su bienhechor? Empezaron abriendo fosos en todas partes, y levantando con la tierra de las excavaciones los parages hondos que antes eran pantanosos; levantaban robustos diques, y los abrian para franquear paso al agua del rio antes que se hiciera camino por debaxo de tierra; conociendo que les tenia muchísima cuenta dexar al agua corriente un paso libre por su tierra, y no dar lugar á que trasminándose por debaxo se la echase á perder.

Tanto como las grandes avenidas son terribles y perjudiciales, tanto dañan las aguas baxándose á la sordina siempre que lo hacen repentinamente; porque estando entonces empapadas de agua las tierras de al rededor del rio, y escurriéndose esta de todas partes á su madre, le acarrea tierra y arena; socava por el pie las márgenes que así se desmoronan; y minado poco á poco el terreno en las inmediaciones se baxa imperceptiblemente.

" Si se considera (dice Silverschelg) quantos bancos „ de arena ha formado el Elba al rededor de Magdeburgo de ocho





„ ocho años á esta parte, y se compara lo que abultan entre „ todos con lo que ha robado acá y acullá de sus márge-„ nes, no podrá menos de creerse, ó que el Elba tiene la „ propiedad de criar arenas, ó que las ha ido llevando po-„ co á poco de las tierras que hay detras de sus orillas. El „ Elba viejo que pasa por junto á Randau, tiene apenas hoy „ dia de profundo la mitad de lo que tenia siete años ha, „ su madre se irá levantando sin cesar, y sus orillas baxan-„ do, con lo que las inundaciones serán cada año mas fre-„ qüentes.

Por el año de 1751 recorrí mucho en verano las „ orillas del Elba con el fin de averiguar por que, quando „ está baxo, el agua de la mayor parte de los pozos que „ por allí hay es salada. Encontré en diferentes partes, no „ agugeritos, sino grandes grietas llenas de azafran de marte; „ el agua era unas veces amarga, otras salada, otras agria. La „ iba á probar, quando un hombre que habia tragado una „ bocanada no mas, me dixo que desde entonces padecia „ retortijones muy agudos, y quedó con efecto purgado con „ mucha violencia.

„ Esto prueba que quando ocurriere fabricar en sitios de „ esta naturaleza, será indispensable macizar primero el sue-„ lo con pilotes, y no habrá seguridad de quedar afirmado „ el terreno hasta despues de haber atajado el curso de las „ arenas ácia el rio. Sin esta prevencion, se llevará indefec-„ tiblemente el agua la obra.“

Lo que contribuye particularmente á que los rios acarreen diferentes materias, es que, segun queda probado en el tomo V, todo cuerpo metido en el agua pierde de su peso lo que pesa una porcion de la misma agua que abulte tanto como él, y se sabe que todo cuerpo cuyo volumen es de un pie cúbico frances pierde metido en el agua 72 libras de su peso. La madera, á lo menos hasta que esté empapada de agua, es mas ligera que ella; la piedra, la arena, pierden en este fluido como los dos tercios de su peso: no es, pues, de estrañar que las aguas corrientes con mediana

velocidad arrastren grandes cantos, trozos de sus orillas, formen y destruyan islas, ahonden sus madres, para volverlas á levantar, &c.

Velocidad de los rios.

63 Importa en muchos casos, conforme se verá, medir la velocidad de una corriente; y aunque dimos en el tomo V. de estos elementos varios métodos para hacer esta operacion, pondremos aquí otro que acaso acomodará mas á los prácticos.

Se toman muchas bolas de madera huecas, de unas 8 pulgadas de diámetro, con un agugero de una pulgada; se les da una mano de color blanco al olio para distinguirlas mejor en el rio. Se llena una vasija de agua de la corriente cuya velocidad se quiere medir, se echan las bolas en la vasija, y dentro de estas perdigones, hasta que se meten quasi del todo en el agua. Tápanse despues los agugeros de las bolas con corcho, atando en cada tapon un hilo de 60 á 80 varas puesto en remojo en un mixto de cera y aceyte de linaza.

Se espera un dia que no haga ayre, porque ocasionaría oleadas en el rio, menearía las bolas que salen muy poco del agua, y haría incierta la operacion. Con dos falúas pasan dos oficiales al medio de la corriente; se para la una echando una áncora ó una piedra grande; se entrega una de las bolas al impulso de la corriente hasta ponerse tirante el hilo al qual está atada. La otra falúa va á echar el áncora en el sitio donde paró la bola; el oficial que está en esta segunda falúa lleva dos bolas; las ata con la primera, y lo envía todo á la primer falúa despues de atar en la suya los hilos de sus dos bolas.

En una de las orillas hay un oficial con un péndulo; y quando, por estar la orilla muy distante, no pueda oir las voces de los que están en las falúas, hay en cada una de estas una pistola cargada. Así que el oficial de la primer falúa hace seña de estar en el agua una de las bolas

làs atadas á la falúa de abaxo, el de la orilla cuenta las vibraciones del péndulo hasta que el de la falúa inferior señala que ya llegó la bola. Para mayor seguridad se repite el experimento metiendo en el agua la otra bola de la primer falúa. Las bolas no se han de echar, sino soltar én el agua con suavidad; porque si se hundieran, todo el tiempo que estarian hundidas sería un error.

Por este medio se echará de ver que no corre un rio con la misma velocidad cerca de las orillas que en medio de su alveo; que el agua no siempre corre con la misma velocidad en un mismo parage, y que en muchos parages corre mas precípitada en tiempo de las crecientes, y en otros al contrario en tiempo de las aguas baxas.

64 Aunque, conforme demuestran varios Autores, la velocidad de un rio pende del declivio de su alveo y de la altura de sus aguas, aseguran otros que sus velocidades siguen la inclinacion de sus superficies. De aquí podémos sacar un método de medir la velocidad de las corrientes, mas facil que el propuesto poco ha. Escójase en todos los parages donde la corriente hubiere mudado notablemente de velocidad, una distancia de 200 varas, y averígüese la diferencia de nivel entre sus dos extremos; podrá asegurarse que en los diferentes parages donde se hubiese hecho esta operacion, las velocidades serán unas con otras como las caidas, ó como las inclinaciones de la superficie del agua,

65 Ahora indagaremos por que la superficie de las aguas corrientes es un plano inclinado; porque no pende esta inclinacion del declivio de sus madres solo, influyen igualmente sus orillas. Supongamos, para darlo á entender, que *AB* (Lam. 11.) figura una corriente ó un canal cuyos lados son de todo punto paralelos, con el fin de que todo el efecto provenga de la desigualdad de su suelo. El agua que corre por *A*, donde es poca la profundidad del alveo, no podrá proseguir su camino hasta llenarse el hoyo *Abc*; en cuyo caso la linea *Ac* representará la verdadera madre F.1.

 del

del rio; el punto *d* no puede reputarse por uno de los del alveo, por estar el punto *e* mas alto que él; los puntos *e*,*B* sí que lo son. Tirando, pues, por ellos la linea *AcefB*, esta es la que señalará la verdadera madre del rio; la que debe considerarse para medir su velocidad.

Si la inclinacion de la linea *ce* fuese dupla de la de la linea *Ac*, el agua correrá desde *c* á *e* con velocidad dupla de la que tuviere desde *A* á *c*. Si suponemos que el agua tiene en *e* la misma altura que en *c*, pasará por *e* dos veces mas agua que por *c*; esto es un absurdo, porque si se verificara se cortaría indefectiblemente la corriente. Mudará, pues, en *e* de velocidad el agua, y por ser allí dupla de la que tiene en *A* y *c*, será tambien su altura la mitad menor en *e*, y será aun algo menor en *e* que en *c*: esto es cabalmente lo que sucede siempre que la velocidad del rio crece á medida que mengua su profundidad.

66 Ahora manifestaremos como la falta de profundidad del alveo de un rio es causa de que mengua su velocidad, cuyo punto abraza tres casos; 1.º la linea *ef* (Lam.11) está igualmente inclínada que la *ec*, de modo que las dos no compongan mas que una sola linea recta; 2.º puede estar mas inclinada; 3.º puede estarlo menos. Quando suceda lo primero, la altura del agua será una misma en *e* y *f*, y correrá desde *e* á *f* con igual velocidad que desde *c* á *e*. Si sucediere lo segundo, su velocidad desde *e* á *f* será mayor que desde *c* á *e*, y el agua estará en *f* mas baxa que en *e*; en el tercer caso, la velocidad desde *e* á *f* será menor que desde *c* á *e*, y su altura en *f* mayor que en *e*. Y finalmente, si la linea *ef*, tomare la misma inclinacion que la *Ac*, las velocidades en *Ac* y *ef* serán iguales, y una misma su altura en *fh* y *Ax*.

67 Síguese, pues, que en muchos casos el medio peor para hacer mas profundo un rio es cavar su madre en los parages donde es poca su profundidad; porque se viene á los ojos que aun quando se quitara la eminencia *bcz*, la altu-

tura del agua no sería mayor en *c* que en *e*; cavándole mas abaxo de *yze* se le daría mas profundidad, trabajo improbísimo. De cavarle en *f*, tampoco se sacaría mucho beneficio; lo propio sería cavándole en *g*; en una palabra, no es posible hacer un rio mas profundo cavándole, quando las partes que se cavan no determinan su madre; se logra sí, cavándole hasta el nivel del punto siguiente que la determina. Pero es poco lo que se adelanta; el beneficio se experimenta en un punto solo; para que se experimentara en muchos, sería preciso hacer la misma operacion en todos los puntos siguientes de poca profundidad.

68 Otra causa por que la superficie de los rios es inclinada al orizonte es la angostura ó ensanche de sus orillas. Porque así como no se puede dar el nombre de madre á las desigualdades de su suelo, tampoco podemos dar el nombre de orillas á las tierras que están á su derecha é izquierda; solo podemos llamar orillas las lineas tiradas por las puntas mas salientes de sus márgenes, y es sumamente facil probarlo. Sea *AB* (Lam. 11) la parte de un rio, y *ab*, *cd* los parages donde corre mas estrechado. Como el agua no es un cuerpo elástico cuyas partecillas sufran compresion, solo puede pasar por *ab* la cantidad de agua proporcionada á lo que tiene de ancho y profundo; lo mismo digo de *cd*; si se tiran las lineas *ac*, *bd*, estas determinarán la verdadera cantidad de agua que está en movimiento. Háganse en *bld* las mudanzas que se quiera, no por eso será el rio ni mas ni menos profundo, aunque se cegara todo hasta la linea *bmd*. Son, pues, las lineas tiradas entre los puntos mas salientes de las márgenes de los rios las que determinan sus verdaderas orillas.

F. 2.

69 Quando las orillas de los rios corren paralelas, la velocidad de su corriente pende únicamente del declivio de su madre; pero quando se apartan una de otra como de *e* á *f*, crece el ancho; y menguan á un tiempo la altura y la velocidad.

En *ik* hay otros efectos. Si se hacen á uno y otro la-

lado obras que ponen la madre del rio mas angosta en *ik* que en *gh*, no son ya las lineas *fh* las orillas del rio, sonlo las lineas *ei*, *fk*; el agua correrá mas veloz desde *e* á *i*, donde tendrá mas altura que antes, en el supuesto que pase la misma cantidad de agua. De todo lo dicho sacaremos algunas conseqüencias de mucha importancia.

1.ª El rio correrá menos rápido en algunos parages despues de angostada su madre, lo que se puede conseguir de tres maneras; 1.º levantando su madre mas arriba del parage angostado, de modo que suba la superficie del agua á mayor altura; 2.º poniendo su madre mas angosta de lo que está; 3.º ensanchando sus orillas ácia arriba.

2.ª El rio correrá mas rápido, 1.º cavando su madre ácia lo último del parage angosto; 2.º levantando su madre ácia la parte superior del parage angosto; 3.º ensanchando sus orillas ácia abaxo; 4.º angostándolas ácia arriba.

3.ª Para profundizar la madre de un rio no hay medio mejor que estrecharle; porque, segun hemos visto, es tiempo perdido cavar su madre para este fin, sin estar primero seguro de la profundidad de las partes que se siguen.

4.ª Para hacer un rio menos profundo, basta ensanchar su madre en todos los parages donde es angosta.

70 De todo lo dicho en el asunto presente se deduce que es sumamente necesario el que haya una proporcion determinada entre la altura y la profundidad de los rios, y muy buena correspondencia entre los pueblos que moran en sus riveras, de modo que no hagan novedad alguna en las madres de los rios, sin avisársela unos á otros. Porque faltando entre ellos buena armonía, podrán hacerse mucho daño, bien que la ventaja siempre estará de parte de los pueblos que habitaren cerca de los parages donde el alveo fuere angosto.

Pero lo mas seguro sería encargar la inspeccion del curso de los rios á personas de conocida habilidad, mandándoles formar mapas donde especificasen las diferentes alturas y anchuras de sus corrientes, cuyos mapas señalarian

rian donde fuese conveniente ensanchar sus madres para precaver inundaciones.

A estos inspectores tocaría impedir que por ignorancia ó capricho se hiciera en los rios obra alguna que pudiese alterar su profundidad ó anchura; quedando á su arbitrio quanto concerniese al rio, y, como antes, bien que á distancia señalada, quanto estuviese fuera de las orillas, al arbitrio de los hacendados. Como no se dé esta providencia, será irremediable el que los moradores ó hacendados de las márgenes de los rios se hagan mucho perjuicio unos á otros.

Parece que un rio despues de correr muchos siglos por una misma madre, y de experimentar muchas crecientes, y otras alteraciones, debería haberse hecho ya una madre acomodada é invariable; pero los hombres que intentan desviarle, estrecharle, &c. son los que le violentan y sacan, por decirlo así, de sus quicios. Verdad es que no pueden menos de hacer obras en sus aguas; pero deben hacerlas con conocimiento y en parages á propósito.

Camino de los rios.

71 Llamo camino de un rio las diferentes direcciones con que se mueve, y llamo linea de direccion cada linea recta que representa parte de su camino.

Los rios mudan de direccion y de madre por la oposicion de los cuerpos con que choca su corriente, y por consiguiente se mueven en linea recta quando ningun obstáculo se opone á su movimiento. Quando se le oponga, puede ser de dos maneras, 1.° en ángulo recto, ó de frente como *ab* (Lam. 11); en cuyo caso aniquilará todo el movimiento de la corriente, con tal que pueda resistir todo su ímpetu; 2.° oblicuamente ó de soslayo, como *ab*, en cuyo supuesto la direccion *cd* se muda y tuerce ácia *e*, formando el ángulo *edb* igual con el ángulo *ade*; ó, por decirlo en otros términos, de modo que el ángulo de choque *cdb* sea igual con el ángulo de rechazo *adb*. F.3. F.4.

Como los obstáculos con que chocan los cuerpos que se están moviendo, les quitan, en igualdad de circunstancias, tanto mayor parte de su movimiento, quanto mas de frente se les resisten, síguese que quanto mas inclinada fuere la linea de direccion *cd*, respecto de la orilla *ab*, y menor el ángulo de choque *x*, tanto menos movimiento perderá el rio, y tanto menor tambien será el ángulo de rechazo. Por consiguiente, siempre que se pueda, debe procurarse que los rios corran en linea recta; y para hacer patente la importancia de esta regla, nos detendremos á especificar lo que pasa quando un rio muda de madre.

72 Desde luego estas mudanzas, quando no tienen mas causa que la angostura de la madre, se hacen mas arriba de las puntas que angostan las orillas. Supongamos las puntas *a*,*b* (Lam. 11) puestas de modo que la linea de direccion *cd* del rio dé perpendicular en *ab*; el rio seguirá mas abaxo la misma direccion que mas arriba; pues no hay causa alguna para que *a* obre en el rio con mas fuerza que *b*.

F. 5.

Otra cosa será en la angostura *ef*, donde las puntas de tierra están de soslayo respecto del rio. La orilla *be* no experimentará choque alguno, pero la direccion *af* choca con *f* en un ángulo agudo *x*, mudando la direccion *af* en la *og*. Pero como la mayor parte de la corriente que no choca con la punta *f*, procura seguir la direccion *bh*, el rio no seguirá ni la direccion *bh* ni la *og*, sí otra direccion intermedia que participará de ambas, é irá á dar en la orilla *i*. Todo esto podria precaverse cortando la punta de tierra *f*, y saldría menos costoso que no el resguardar con reparos el punto *i*.

Contra esto alegará alguno que unos clamarán ser suya la punta *f*, y de otros el terreno *i*, y que ni unos ni otros jamas consentirán en abandonar al rio parte de su hacienda para conservar la agena. Pero considérese que aun quando no estuviera en manos de los dueños de la margen *i* quitar de quaxo la lengua de tierra *f*, haciendo

obras

obras en *e*, su daño es inevitable, porque resguardando su terreno en *i* rechazan el rio á *m* y *B*, precisándolos á resguardar su lengua de tierra.

No es la angostura de la madre de los rios la única causa que los precisa á mudar de direccion. Los rios y sus orillas deben considerarse como grandes valles que van culebreando por entre montañas y collados desde su origen hasta el mar. A medida que las montañas se adelantan por un lado y apartan del otro, el rio tuerce su camino. Sea v. gr. la montaña *K* (Lam. 11) con la qual tropieza el rio: *Im* será rechazado á *n*, desde *n* á *o*, desde *o* á *p*, y desde *p* á *cc*; *hB* será rechazado á *By*; y así de lo demas; y si se mudaren los ángulos en *m* y *B*, tambien se mudarán todos los demas puntos *y*, *n*, *o*, *s*. F. 5.

73 Muchas veces se le ve mudar de madre á un rio sin reparar alteracion alguna ni en lo ancho ni en lo profundo de su madre; pero si se sigue con cuidado agua arriba su corriente, se hallará indefectiblemente mudado algun ángulo por alguna obra ú otro accidente, con lo que se habrán de mudar todos los demas.

Los rios en las crecientes repentinas, particularmente quando acarrean carámbanos, cavan mucho sus madres y sus márgenes; la arena que llevan corre hasta que las aguas baxan, entonces se va á fondo, y se forma una isla para el dueño de la margen. Si los años siguientes no vienen crecientes como la pasada, subsiste la isla; y llevándole de todos lados los vientos semillas de plantas y tierra ligera, se hace fecunda. Pero durará poco esta satisfaccion, si la isla angostare la madre del rio.

Estas islas hacen mucho daño. Porque sea *A* una de ellas, cuya punta *a* está de cara á la direccion de la corriente; el brazo derecho roba la margen *bbccdd*, y el brazo izquierdo roba *eeff* (Lam. 11). Quanto mas atras se haga la orilla con lo que pierde la margen, tanto mayor se hace la isla; quanto mayor esta fuere, tanto mayor será el choque del agua con la orilla, pues será mayor el ángulo F. 5.

de

de encuentro. Si se dexare suelta la rienda al rio, acabará con hacerse nueva madre; si para darle paso se abre por todas partes la isla, se arriesga mucho, ¿que partido tomar? En su lugar lo diremos.

74 Hasta aquí hemos considerado el curso de los rios solo por el lado que perjudican á sus márgenes; ahora hemos de ver si es posible sacar de este daño algun beneficio. Lo es con efecto, pues quando los rios se llevan sus orillas, puede aprovecharse su corriente para quitar las puntas que angostan sus madres, destruir los bancos de arena, y las islas perjudiciales, &c.

Todos estos beneficios se lograrán haciendo en la orilla una obra de fábrica que realce la linea de direccion de la corriente. Pero no en todos los parages de la orilla se pueden executar estas obras; solo sirven en los que se meten rio adentro. Para que se nos entienda mejor, prevenimos que distinguimos las orillas en vivas y muertas; orillas muertas llamámos las que como *abc*, *def* (Lam. 11.) no son de la verdadera madre del rio, cuyo curso no pueden alterar las obras que en ellas se executen. Es escusado resguardar estas orillas con obras.

F. 6.

Tampoco caminan con igual velocidad todos los filos de una corriente, ni chocan con igual ímpetu; habiendo algunos que se mueven con particular violencia, los quales unas veces están próxîmos á una de las orillas, como *g*, *h*, otras en medio del rio.

75 Las obras con que se intente desviar la corriente del agua, han de entrar bastante rio adentro para desviarla toda; donde no, de nada servirán, y todo será confusion. Si se quiere v. gr. que la corriente rechazada vaya á chocar con la orilla de una isla que hay enfrente, ó con otra parte, la obra no puede ser ni de fagina ni de madera, porque las obras de esta especie quebrantan sí la fuerza del agua, pero rara vez la rechazan, y lo mas que sucede es que el rio da la vuelta, como lamiéndolas, al rededor, y prosigue perjudicando á la orilla que se quiere resguardar.

Di-

Digamos en que ángulo la corriente ha de dar en estas obras que llamaremos espolones.

1.º El filo del agua jamas ha de chocar perpendicularmente ó en ángulo recto con el espolon; porque quando la linea de direccion da perpendicularmente en el plano con que tropieza, el agua tiene que volver ácia atrás, pues no hay razon alguna para que tuerza antes á un lado que á otro. El rio no hace mas que dar la vuelta al rededor de *k* (Lam.11), y pegará como antes con la orilla; fuera de que tampoco podrá resistir el espolon todo el ímpetu del agua, y muy en breve estará arruinado. F.6.

2.º El ángulo de choque *x* con el espolon no ha de llegar á 45 grados, ó á la mitad del ángulo recto. Porque si el ángulo *x* fuese de 45 grados, los mismos tendrá el ángulo de rechazo *a*, y entre los dos compondrán un ángulo de 90 grados. Y porque los tres ángulos juntos *o*, *x*, *u* no pueden pasar de 180 grados, el ángulo *u* será de 90 grados; será, pues, preciso que la corriente se mueva desde la una orilla de la madre del rio á la otra, lo que no consiente la oposicion del agua que en ella hay. Aun quando la corriente pudiera seguir este rumbo, chocaría con *m*, y sería rechazada á *n*, de donde se seguiría daño para ambas orillas. Es, pues, necesario que la direccion de la corriente haga con el espolon un ángulo que no llegue á 45 grados.

3.º Quanto menor sea el ángulo *x*, tanto mas facilmente se dexa rechazar la corriente. Porque quanto menor sea el ángulo *x*, con tanto menos ímpetu da la corriente en *l*, tanto mas facilmente es rechazada, y se tuerce la linea de direccion.

Instrumentos y herramientas para las obras que se hacen en los rios.

76 Son tan repentinas á veces las avenidas de los rios, y urge tanto acudir al reparo de sus márgenes que,

que es de muchísima importancia aprovechar el tiempo por instantes. Lo que mas dilaciones ocasiona en estos lances es la penuria de instrumentos y herramientas que en ningun pueblo se hallan de los que están cercanos á los rios, y es preciso traer, esperándolos muchos dias, de parages muy distantes. Para precaver los daños que de aquí se siguen, sería muy provechoso que en los diferentes pueblos riveriegos hubiese un repuesto de todas las herramientas que luego diremos.

Estos instrumentos se deberian reparar cada año á costa de los que se sirviesen de ellos. Los pueblos que no contribuyesen á su compra ni reparo, tambien podrian usarlos, pero solo quando los demas no los necesitasen, y pagando algo mas; y lo que se sacase de su alquiler podria emplearse en reparos ó compra de los mismos instrumentos.

Resultarian de aquí muchísimos beneficios; porque en algunos apuros se necesitan muchas herramientas, tan indispensables algunas, que se pagarian á peso de oro quando apremia la necesidad. Muchas obras hay para cuya construccion no hay mas que dos meses de tiempo, pasados los quales derriba el rio todo quanto no está concluido. En un término tan corto, que ningun calendario puede señalar, hay que mandar los instrumentos, y levantar obras de mucha mole, trabajo y dificultad; y esto es imposible.

Desde luego ha de haber un mapa puntual del rio, con expresion individual de sus orillas, angosturas, corrientes y sus direcciones, baxíos, honduras, islas, bancos de arena, y el efecto de sus avenidas; de todas las obras como espolones, diques, malecones &c. con que el arte haya procurado resguardar sus márgenes. Cada año convendria formar un diario de todas las variaciones observadas en estos diferentes puntos; y así se sabría en que año y circunstancias hubiese padecido el rio estas mudanzas.

77 Los instrumentos necesarios son un buen nivel con to-

todos los aparejos correspondientes á su uso, que despues se especificarán. Una plancheta; una brúxula con todos sus agregados. La plancheta se cubre con una plancha ú hoja de plomo, y no de papel, con la qual sale mas puntual el dibuxo, por ser menos anchas las lineas que se trazan en el plomo. Pero quando la operacion no pide suma escrupulosidad, podrá servir la hoja de papel, teniendo la advertencia de quitarla si lloviere.

Las herramientas son tres ó quatro destrales, tres ó quatro cuñas de hierro, azuelas, taladros; sobre todo cepillos de diferentes especies, cinceles para labrar sillares, un par de sierras de carpintero (Lam.12), una sierra para aserrar dentro del agua, otra sierra corta para quando alguna sujecion del terreno impide aserrar con las otras; una hoz &c. F.1. F.2. F.3.

Otras herramientas para trabajar debaxo del agua, como una tientaguja, con la qual se explora si hay y donde peñas debaxo de la arena; una especie de embudo para meterle en la arena y sacarle lleno; quando se queda en la arena se le saca con el garfio, ó las tenazas. F.4. F.5. F.6. y 7.

Las palas son utilísimas para quitar arena; pero quando esta es fina, no sirven las palas llanas, porque el agua dexa caer toda la arena que con ellas se saca. En los terrenos de arena fina es mucho mejor la pala cuyo corte *AB* se mete facilmente en la arena, y los lados levantados la sujetan. La mejor herramienta para quitar arena quando la corriente es tan rápida que se la lleva es esta, y con ella se quita la arena á tanta profundidad que ya no puede estorbar. F.8. F.9.

La pala y escopa sirven de mucho en las obras que se hacen dentro del agua; las palas mejores son las que cogen mas de un cubo de agua, y menos de dos. F.10. F.11.

En las obras de los rios se ofrece muchas veces cavar; y por no ser el terreno de igual consistencia en diferentes parages, conviene tener á mano azadones de varias especies, y hoces, con las quales cogiéndolas confor- F.12. F.13.

con ambas manos, se pueden dar grandes golpes, y sirven para cortar raices que despues se quitan con el azadon.

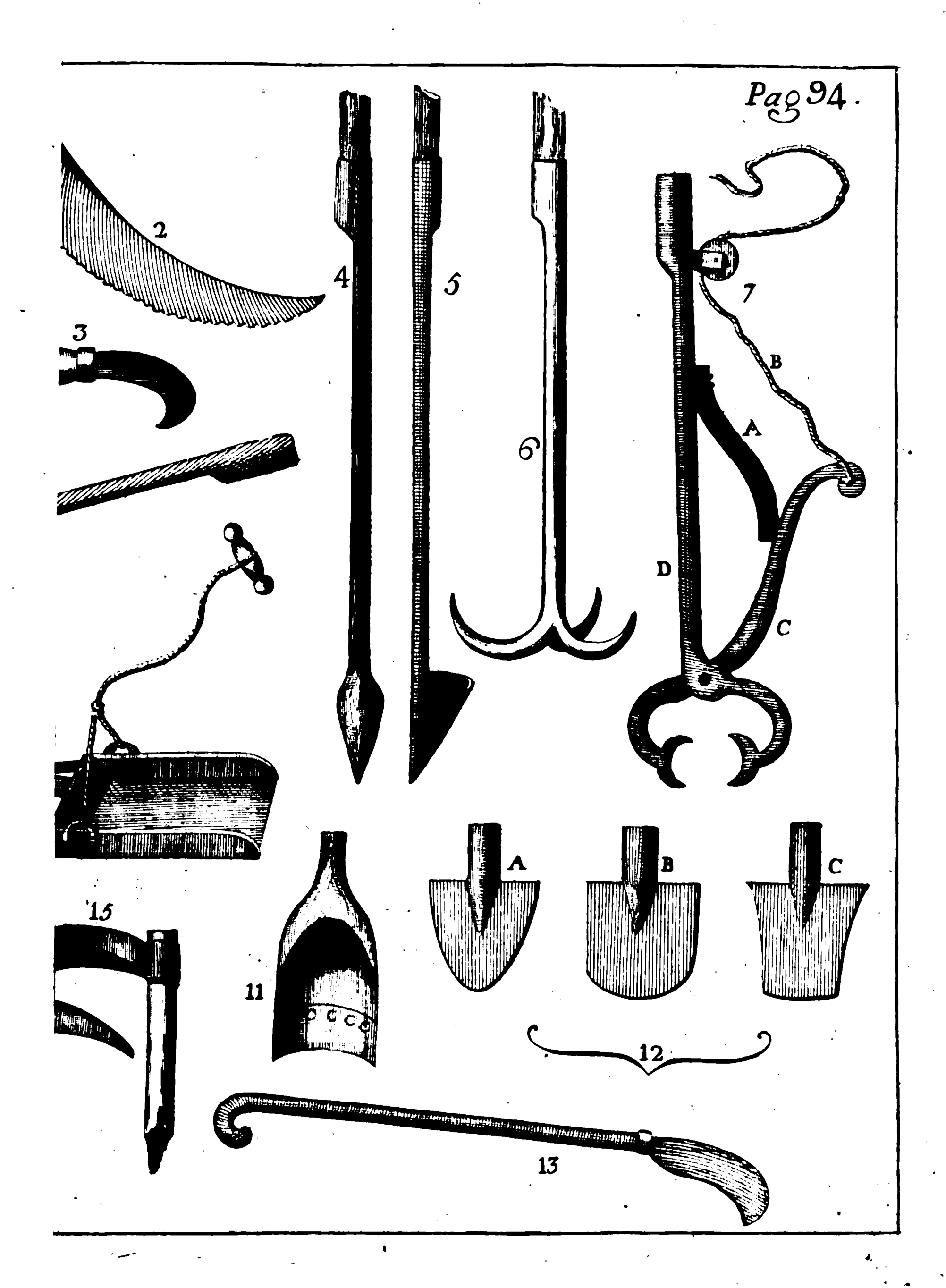
Las piquetas son tan necesarias como los azadones.
F.14. Las piquetas para peña, y las piquetas para sierra, las
F.15. acotanas, las piquetas qne llaman de hoja de salvia, que
F.16. son muy acomodadas para trabajar alternadamente en la
F.17. arena, en el cascajo y en la tierra fuerte mezclada con raices. Porque se tropieza con freqüencia aun en rios pequeños con terrenos de diferente naturaleza; y si hay que ir á buscar lexos las herramientas, de que conviene echar mano, se pierde muchísimo tiempo.

Para llevar de una parte á otra piedra, arena, tierra, y otros materiales, se necesitan carretillas y carros, los quales son de diferente estructura, siendo muy acomodados los que gobierna un hombre solo, cuyas circunstancias son 1.º que las ruedas no sean muy pequeñas; 2.º que no sea de peso igual la carga que hay de cada lado del exe, á fin de que no se metan mucho las ruedas en los caminos malos; 3.º que no peque de largo el exe; en no pasando de 7 pies de largo, le gobernará fácilmente un hombre de estatura mediana.

Si por algun accidente inopinado fuese necesario apre-
F.1. surar la obra, será sumamente socorrido este ingenio (Lam. 13) para llevar al ombro lo que se ofrezca. Para cargarle se planta su pie en el suelo, mediante lo qual, no hay que levantarle para cargarle al ombro, basta inclinarle. Es muy acomodado para llevar faginas, &c.

F.2. El uso del mazo (Lam. 13) necesita de poca declaracion. La soga atada en *H* pasa por encima de una polea *I*, despues debaxo de otra *K*, de la qual cuelga por medio de un garfio el madero *C*, pasa despues por encima de otra polea *L* y se ata al mazo. Se cargan uno ó mas hombres en *C*, estando el mazo baxo sube, baxando la polea *K*, y así que ha baxado quánto cabe, los hombres saltan á *A*, sube la polea y baxa el mazo para dar el golpe.

Un



Pag 94.
2
3
4
5
6
7
B
A
D
C
15
11
A
B
C
12
13

I

M

2.

B

G

C

H

F

A

E



Un instrumento sumamente necesario es un buen nivel; pero como la nivelacion es una de las operaciones mas delicadas de la práctica, merece que se trate de una y ótro separadamente.

De la Nivelacion.

78 Esta operacion pide muchísimo pulso, por los gravísimos perjuicios que se siguen de una nivelacion errada, cuyo error puede originarse tanto de la imperfeccion del instrumento con que se executa, quanto de la poca destreza del práctico. Daremos, pues, á conocer aquí para executar grandes nivelaciones un nivel muy sencillo muy seguro y muy manejable, y propondremos algunos casos de Arquitectura hidráulica donde puede ocurrir hacer uso de él. Muchas de las especies que aquí se leerán podrán mirarse como un suplemento de lo que publicamos en nuestra Geometría Práctica, donde hablamos de esta operacion compendiosamente y como en general. Pero haremos algunos recuerdos muy fundamentales en el asunto.

Recordaremos 1.º que se dice de dos puntos que están á un nivel (Lam. 14.) quando están á igual distancia del centro de la tierra, como *a*, *b*, porque han de estar ambos en su circunferencla; por manera que si el uno está en tierra llana y el otro en la cumbre de una montaña, estando este mas alto que el otro, y mas apartado del centro de la tierra, como *a*, *e* no estarán á un nivel; 2.º que tambien están á un nivel dos puntos aunque no estén en la superficie de la tierra, con tal que estén á igual distancia de su centro, como *d*, *e*; en cuyo caso están en una linea recta que toca la circunferencia, y á igual distancia del punto de contacto, cuya linea se llama linea de nivel; 3.º que si están el uno *f* en el punto de contacto, y el otro *e* mas allá, ó á diferentes distancias del punto de contacto, como *d*, *g*, no estarán ni á igual distancia del centro de la tierra, ni á un nivel, estando,

F. 1.

con-

conforme se ve, el uno mas alto que el otro respecto de la circunferencia; 4.º que quando los dos términos ó puntos de la tangente no están á igual distancia del centro de la tierra, se llaman puntos de nivel aparente; 5.º que como la nivelacion se propone averiguar quanto uno de los dos términos es mas alto que el otro respecto de la superficie ó centro de la tierra, es lo mismo que averiguar quanto el nivel aparente excede al verdadero, ó la diferencia que va de uno á otro. Los puntos *f* y *e* v. gr. están á un nivel por estar en la misma tangente, pero este nivel no es mas que aparente, y para saber quanto *e* está mas alto que *f*, he de averiguar el valor de *be*, exceso que el nivel aparente lleva al verdadero, ó la linea *ce* á la *cf* ó *cb*. Bien se percibe que estas diferencias son tanto mayores, quanto mas distan uno de otro los dos términos, pues la diferencia *hg* del nivel aparente al verdadero entre los dos términos *f*, *g* es mayor que la *bc*, diferencia de nivel correspondiente á los dos términos *f*, *e*.

Instrumentos para nivelar.

79 El instrumento mas sencillo y acomodado para nivelar es el nivel de agua (Lam. 14) que se compone, según diximos en la Geometría Práctica, de un cañon de hoja de lata de quatro ó cinco pies de largo, y una pulgada de diámetro, acodillado á esquadra en sus dos extremos, donde se meten y aseguran con cera ó betun dos redomitas de vidrio muy blanco. Las redomitas, abiertas por ambos extremos, sin tapa ni suelo, suben como 4 pulgadas mas arriba del cañon, y echando agua en la una pasa á la otra de modo que puesto el nivel en situacion orizontal sobre su pie, está el agua de las dos redomas en una misma linea. Y como todos los puntos de la superficie del agua quando está mansa, están á igual distancia del centro de la tierra, síguese que si mirando por dos puntos *A*, *B* de dicha superficie, se señala en la misma linea y á cierta distancia otro punto *D*, este con los dos

F.2.

dos primeros señalará el nivel aparente, el qual por razon de coger poco mas de unas 100 varas la distancia á que puede alcanzar la vista sin anteojo, podrá tomarse por el nivel verdadero, pues en tan corto trecho es despreciable, conforme luego se verá, la diferencia de uno á otro.

80 Esto presupuesto, la nivelacion puede practicarse de dos modos, porque puede el práctico plantar su instrumento en medio, quando pueda, de los dos términos, ó primero en el uno y despues en el otro.

1.º No hay duda en que si desde una misma estacion, con un instrumento de altura invariable, el qual siempre sirve de un mismo modo, se determinan dos ó mas puntos de mira, ó se dirige la puntería á dos ó mas puntos que estén á igual distancia del ojo del observador, todos ellos estarán á igual distancia del centro de la tierra, estando igualmente altos ó baxos respecto del nivel verdadero, y estarán por lo mismo todos á un nivel, bien que no lo estén respecto del ojo del observador.

Supongamos v. gr. colocado el instrumento en *B* á igual distancia de los dos términos *C*, *D*; los dos puntos de mira *F*,*E* señalados en las perpendiculares *CG*, *DH* están á un nivel, bien que no lo estén con el punto *B*. F.3.

2.º Propongámonos señalar en las dos perpendiculares ó los dos estadales *BC*, *ED* (Lam. 14) dos puntos de nivel. Plantaremos el instrumento en *B*, suponiendo que el ojo esté en *F*, y la puntería en *G*; trasladaremos despues el instrumento á *E*, colocándole, quanto se pueda, de modo que el ojo esté á la altura *G*. Si el segundo punto de mira cae en *F* donde estuvo el ojo, los dos términos estarán á un nivel, con tal que haya entera seguridad de no haber padecido el instrumento alteracion alguna entre una operacion y otra. F.4.

Si en la segunda estacion no cayera el ojo en *G*, (Lam. 14), sí en otro punto como *H*; si el segundo punto de mira *I* distare tanto de *F* como *H* de *G*, todos los puntos estarán tambien á un nivel. F.5.

81 Si el instrumento levantara ó baxara la puntería, de modo que las dos lineas de ambas operaciones ya no coincidieran en una sola, ó dexaran de ser paralelas, no señalarian el nivel verdadero, pero no por eso dexarian de servir para determinarle, como lo vamos á manifestar.

F.6. Supongamos primero (Lam. 14) que á la distancia *BE* el instrumento levante la puntería 6 pulgadas. Le plantaremos primero en B, estando el ojo en *F*, y la puntería en *G*; para la segunda estacion se trasladará el instrumento al término *E*; y refiriendo la altura del ojo al punto G, se señalará la segunda puntería mas arriba de la primera altura del ojo, segun que el instrumento levantare la puntería, como aquí 12 pulgadas á *H*, donde estará la segunda puntería. En este caso las dos lineas de puntería forman el ángulo *FGH*, y partiendo por medio en *I* la distancia *FH*, los dos puntos *I,G* estarán á un nivel.

F.7. 82 Quando las dos lineas se encuentran dentro del ángulo v. g. en *K*, se partirá por medio cada una de las dos distancias *FH*, *GI*, la una en *L*, la otra en *M*, cuyos dos puntos estarán á un nivel, y la *LKM* será la linea de nivel.

83 Finalmente, si las dos lineas no se encontrasen dentro, sí fuera del ángulo, como aquí en *K* (Lam.14), se dividirán por medio las dos distancias *FH,OO*, la una en *L*, la otra en *I*, y los dos puntos *I,L* estarán á nivel.

F.8.

84 Un instrumento puede levantar ó baxar la puntería respecto del nivel aparente, cuya variedad es proporcional á las distancias; quiero decir, que quando el nivel levanta ó baxa la puntería 3 pulgadas v. gr. á una distancia determinada, la levantará ó baxará 6, 9, 12, &c. pulgadas á una distancia dupla, tripla, quádrupla, &c. Si el nivel puesto en *B* (Lam.14) señala á la distancia *BD* de 200 varas la linea de puntería *CE* que remata en *E* tres pulgadas mas arriba que la linea del nivel aparente *CDF*, á la distancia *BA* de 400 varas, el intervalo *FG* que es lo que el instrumento levanta la puntería será de 6 pulgadas.

F.9.

85 La diferencia entre el nivel aparente y el verdadero si-

sigue la proporcion del quadrado de las distancias; quiero decir que si á una distancia determinada se sabe qual es la diferencia entre el nivel aparente y el verdadero, á una distancia dupla, la diferencia será quádrupla; á una distancia tripla, nueve veces mayor; porque el quadrado de 2 es quádruplo de 1, quadrado de 1, y el quadrado de 3 es 9, nueve veces mayor que 1.

Sobre este fundamento se ha calculado la tabla siguiente de las diferencias entre el nivel aparente y el verdadero.

TABLA

De las diferencias del nivel aparente al verdadero.

Distancias.	*Diferencias.*			*Distancias.*	*Diferencias.*			
Varas.	*Pies.*	*Pulg.*	*Lin.*	*Varas.*		*Pies.*	*Pulg.*	*Lin.*
300	0	0	$\frac{1}{5}$	2600		0	1	3
400	0	0	$\frac{1}{3}$	2700		0	1	4 $\frac{1}{5}$
500	0	0	$\frac{1}{2}$	2800		0	1	5 $\frac{5}{11}$
600	0	0	$\frac{4}{5}$	2900		0	1	6 $\frac{3}{5}$
700	0	0	1 $\frac{1}{11}$	3000		0	1	8
800	0	0	1 $\frac{1}{3}$	3100		0	1	9 $\frac{3}{10}$
900	0	0	1 $\frac{4}{5}$	3200		0	1	9 $\frac{1}{3}$
1000	0	0	2 0	3300		0	2	0 $\frac{1}{5}$
1100	0	0	2 $\frac{3}{5}$	3400		0	2	1 $\frac{3}{4}$
1200	0	0	3 $\frac{1}{5}$	3500		0	2	3 $\frac{1}{5}$
1300	0	0	3 $\frac{3}{4}$	3600		0	2	4 $\frac{4}{5}$
1400	0	0	4 $\frac{4}{11}$	3700		0	2	6 $\frac{2}{5}$
1500	0	0	5	3800		0	2	8
1600	0	0	5 $\frac{1}{3}$	3900		0	2	9 $\frac{4}{5}$
1700	0	0	6 $\frac{2}{5}$	4000		0	2	11 $\frac{1}{5}$
1800	0	0	7 $\frac{1}{5}$	6000		0	6	8
1900	0	0	8 0	8000		0	11	8 $\frac{4}{5}$
2000	0	0	8 $\frac{4}{5}$	10000		1	6	5
2100	0	0	9 $\frac{4}{5}$	12000		2	2	8
2200	0	0	10 $\frac{1}{5}$	16000	1ᵛ	0	10	11 $\frac{1}{5}$
2300	0	0	11 $\frac{7}{10}$	20000	2	0	1	8
2400	0	1	0 $\frac{4}{5}$	24000	2	2	10	8
2500	0	1	1 $\frac{9}{10}$					

 En

F.9. 86 Supongamos, pues, que la linea de nivel *CE* (Lam. 14) levante la visual 3 pulgadas á la primer distancia, será preciso baxar la mira de *E* á *e* 3 pulgadas para señalar el nivel aparente de *B* á *e*; y para señalar el nivel verdadero, será menester una pulgada mas, por haber á dicha distancia una pulgada de diferencia entre el nivel aparente y el verdadero.

Pero si el instrumento en vez de subir la visual la baxara 3 pulgadas de *e* á *D*, entonces, para señalar el nivel aparente, será preciso levantar la puntería 3 pulgadas, y 2 pulgadas no mas para señalar el verdadero; porque aquí se ha de quitar la pulgada que el nivel aparente tiene de mas que el verdadero.

87 Síguese de aquí que quando un instrumento baxa la puntería puede dar á cierta distancia el nivel verdadero; un instrumento que baxase la puntería $\frac{4}{5}$ de linea v. gr. daría el nivel verdadero á la distancia de 600 varas. Por consiguiente el que sepa quanto el instrumento baxa la puntería á una distancia determinada, sabrá á que distancia señalará el nivel verdadero.

Supongamos que á la distancia de 2600 varas un instrumento baxe la puntería 8 lineas, y queramos saber á que distancia señalará el nivel verdadero. Buscaremos en la tabla que diferencia va del nivel aparente al verdadero á la distancia de 2600 varas, y es 15 lineas. Diremos 15 diferencia del nivel aparente al verdadero son á 2600^v, como 8 lineas que baxa la puntería son á un quarto término.

$$15 : 2600 :: 8 : 1366{,}666 \text{ varas.}$$

Si la diferencia del nivel aparente al verdadero fuese menor que lo que el instrumento baxa la puntería, esta señalaría el nivel verdadero á mayor distancia. Si el instrumento baxara la puntería 18 lineas á la distancia de 2600 varas, la proporcion sería

$$15 : 18 :: 2600 : 3120,$$

cu-



cuyo quarto término está diciendo á que distancia el instrumento daría el nivel verdadero.

88 En las obras hidráulicas se ofrece nivelar trechos muy grandes de terreno, para cuyos casos sería muy molesto valerse del nivel de agua, porque alcanzando poco la vista sola, sería forzoso multiplicar muchísimo las estaciones; y si saliesen erradas ó faltas de la escrupulosa puntualidad que conviene, se erraría mucho la nivelacion, á no ser que por rarísima casualidad los errores de unas estaciones enmendaran los de las otras. Esta ha sido la causa por que hombres de mucho conocimiento en la matemática, y muy prácticos han discurrido niveles con anteojos de larga vista, los quales con la circunstancia de ser de mucho alcance, juntan otras dos; porque al mismo tiempo son de facil construccion y uso acomodado y seguro. La construccion de todos estos instrumentos se funda en la propiedad que goza el agua, como todos los demas fluidos, de poner orizontal su superficie, esto es de ponerse y estar todos los puntos de su superficie á igual distancia del centro de la tierra, y por consiguiente á un nivel. El nivel que entre todos merece la preferencia es el de la Hire, individuo de la Real Academia de las Ciencias de París, pero perficionado primero por Couplet, y últimamente por Deparcieux, ambos individuos del mismo cuerpo.

Construccion del nivel.

89 Compónese este nivel de dos partes, de las quales la primera es un caxon *ABCD* (Lam. 15) de madera ligera, en el qual hay dos vasijas de hoja de lata *EFG*, *EFG*; donde se echa agua, y tienen cada una 11 pulgadas 8 lineas de largo, por 8 pulgadas 2 lineas de ancho desde *H* á *I*, y 5 pulgadas 3 lineas de fondo, comunicándose una con otra por medio de dos tubos *EG*. La distancia de una vasija á otra pende de lo que cogen de largo los anteojos, F. I.

y de la que se dexa entre las caxas donde se meten; lo qual compone la segunda parte del instrumento.

F.2. Esta segunda parte se compone de tres tubos *M,M,M*, y dos caxas *L,L*, cerradas por todos lados, que tienen cada una 9 pulgadas 11 lineas de largo, por 7 pulgadas de ancho, y 4 pulgadas 8 lineas de profundidad, sobre las quales están soldados ó firmemente asegurados por lo menos F.1. los tres tubos. En *LML* se demuestra esta segunda parte vista de lado, la segunda figura demuestra su cara supe- F.3. rior, y la tercera la pinta vista por un extremo (Lam.15).

Los dos tubos *NO*, *NO* de los dos lados son dos anteojos contrapuntados, esto es, que llevan los vidrios que sirven para mirar y estan del lado del ojo, por cuyo motivo se llaman oculares, en extremos encontrados; mediante lo qual se puede mirar al lado que se quiera sin necesidad de volver el instrumento, y son necesarios estos anteojos para ajustarle y verificarle.

F.1. En el suelo de afuera de cada caxa *L,L* hay pegada ó soldada una platina de plomo de unas dos libras de peso; y ademas de este peso hay otro *P* tambien de plomo de una media libra en el tubo del medio, al qual se le empuja del lado que se quiera por medio del tornillo *QR*.

Este tornillo ha de estar sin vaga alguna, y muy ajustado en sus dos extremos, para lo qual se procura esté muy arrimado á las entradas interiores de las platinas *SS*, que en cada extremo sirven de tapa al tubo: cada una de estas platinas está soldada á un cabo de tubo de una pulgada de largo, el qual entra ajustado en el grande, donde se les asegura con dos tornillos ó dos garfios.

Los cuellos del tornillo salen como una pulgada cada uno, de la qual la mitad mas próxîma á la punta ó extremo se hace quadrada para agarrar el tornillo con una llave de péndola quando se le quiere dar vueltas; la otra media pulgada que se queda redonda sirve para lo que luego se dirá.

El peso *P* que el tornillo empuja mediante una tuerca

ca con muelle á la qual está soldado ó afianzado con tornillos, sirve para poner orizontal el nivel, ó inclinarle del lado y la cantidad que se quiera: ha de estar asegurado en un tubo *TT* de hoja de lata ó cobre muy delgado, que pueda correr desahogado por el grande quando se empujare el peso *P* dando vueltas al tornillo *QR*. Este tubo sirve allí para tener tapada una abertura que hay en la parte de arriba del tubo del medio, la qual coge desde el medio de su largo hasta cosa de una pulgada cerca del uno de sus extremos, cuya abertura lleva un índice pegado al tubo interior el qual le impide dar vueltas dentro del grande, y señala lo que el peso *P* anda ácia *Q* ó ácia *R*, segun dé el tornillo vuelta á la derecha ó á la izquierda. Conviene, pues, que la tuerca á la qual está pegado el peso *P* sea de muelle, á fin de que no haya holgura alguna ni tiempo perdido.

Los anteojos han de estar, segun diximos antes, contrapuntados, quiero decir que el ocular del uno ha de estar del lado del objetivo del otro. Se les puede dar de largo lo que se quiera; pero si se les diere de largo mas de los tres pies y medio, el nivel será poco manejable, y si se les diere menos de 21 pulgada, no servirán con toda la exâctitud que se desea, y el nivel tardará mas tiempo en fixarse.

F.2. Cada anteojo ha de llevar del lado del ocular un diafragma *V*, soldado al extremo de un tubo de unas 4 pulgadas 8 lineas, el qual debe entrar ajustado en el tubo del anteojo. Hay en el diafragma dos quadrados pequeños con su agugero redondo cada uno, algo mayor que el agugero del diafragma, al qual se pegan con cera dos hilos de seda cruda, cuyos quadrados se pegan á las dos caras de la plancha que forma el diafragma, con proporcion para que puedan correr por correderas en direcciones perpendiculares una á otra. Aquí demostramos separada- F.4. mente el diafragma con su tubo.

Si todo el instrumento se hiciere de hoja de lata, los

diafragmas, sus quadrados y sus correderas se podrán hacer de lo mismo, en cuyo caso se echará á las correderas un poco de cera para que el movimiento de los quadrados sea mas suave, se los pueda empujar tan poco como se quiera, y se mantengan donde se dexen. Pero aunque todo el instrumento sea de hoja de lata, se podrán hacer de cobre los diafragmas, igualmente que los quadrados y sus correderas, y entonces á cada quadrado le empujará un tornillo *Y*, y le rempujará un muelle *Z*, y esto es mucho mas acomodado para arreglar el nivel.

En el extremo del tubo donde está soldado el diafragma, es preciso haya un agugero algo grande cerca de las correderas para que pueda correr el quadrado de la parte interior del diafragma.

La superficie exterior de este tubo se unta con un poco de cera blanda antes de meterle en el tubo del anteojo, á fin de que no se descomponga una vez puesto en su lugar.

El tubo del anteojo tambien tiene en un lado una abertura de unas tres pulgadas y media de largo, la qual se cierra con una portezuela asegurada en un lado del tubo del anteojo por medio de una charnela, y por el otro se suelta con una aldabilla que pasa por muchos anillos, del mismo modo que se cierran con una cadena las maletas.

F.1. La caxa *ABCD* lleva una tapa de la misma madera, abierta por sus dos extremos, cuya tapa sirve para precaver que con el viento bambolee el nivel.

El pie del instrumento se hace como el de un grafómetro, solo que las piernas han de ser mas fuertes. En F.1. medio de la caxa hay un hueco *K* de madera, en el qual encaxa la cabeza del pie: el hueco está asegurado por medio de un travesaño de madera, clavado en los dos costados de la caxa.

Con la mira de que el pie se pueda llevar con comodidad, y meter en una misma caxa con el nivel, se quebrantan por medio sus tres piernas, y se doblan mediante una

una charnela, llevando cada pierna una virola de cobre ó hierro de la misma forma que ella, para que corra hasta la junta de la charnela, quando se quiere que las dos piezas de cada pierna se mantengan derechas.

Se necesitan tambien dos piezas de hierro como esta, las quales sirven de tentemozo al nivel quando se le quiere arreglar; para cuyo fin se planta uno en cada extremo de la caxa del nivel, ó en la madera, ó en dos pitones, de modo que estén muy firmes y no bamboleen. En el extremo *X* hay una muesca angular, á fin de que los exes que en ella dan vueltas se mantengan constantemente en el mismo sitio. F.6.

Asegurados que estén los dos tentemozos cada uno á un cabo de la caxa, se planta encima el nivel, colocando los extremos del tornillo *QR* en las muescas de los tentemozos, acodillados para que pueda dar vueltas el nivel con mas comodidad sobre los dos extremos del tornillo, y sin moverle de su sitio.

Quando se quiera pasar de una estacion á otra, para trasladar con mas comodidad el instrumento, lleva la caxa una asa en cada extremo, y para evitar que dé golpes se levantan los anteojos á fin de que baxe el agua al fondo de las vasijas, ó sino se acomoda un cabo de tubo al fondo de la una de dichas vasijas para echar el agua en un cántaro. Esta es la construccion del instrumento, veamos como se verifica.

Verificacion del nivel.

90 Se buscará un sitio desde el qual se puedan ver objetos muy distantes, como una legua ó mas, y pondrá la caxá á nivel encima de una mesa muy segura, cargándola algun peso á fin de que no se descomponga con facilidad; se pondrán los tentemozos en su lugar, y encima el nivel; antes de esto se dispondrán las hebras ó hilos de las correderas de cada diafragma en aspa, lo qual será mas aco-

acomodado que no poner uno orizontal y otro vertical. Los vértices de los ángulos que forman las hebras á derecha é izquierda sirven para formar juicio del punto de nivel.

Estando todo así dispuesto, se levantará uno ú otro de los extremos de la caxa metiendo por debaxo una cuñita, hasta que el encuentro de las dos hebras dé en algun objeto muy distante; despues se trastornará el nivel, de modo que lo de encima esté debaxo, sin menear la caxa, y se mirará si el encuentro de los hilos corresponde al mismo objeto: si correspondiere, se dexarán los hilos en este estado; si no, se empujará cada uno de los dos quadros del diafragma, de modo que cada hebra se acerque al objeto la mitad de lo que de él distare; se dispondrá de nuevo la caxa de modo que el encuentro de los dos hilos dé en el objeto; se trastornará el nivel lo de arriba abaxo para ver si el encuentro de las dos hebras corresponde al mismo objeto; si no correspondiere, se empujarán los hilos ácia donde convenga, hasta que el encuentro de los hilos dé siempre en el mismo objeto. Lo propio se practicará con el otro anteojo, y verificándose con ambos la misma circunstancia, será señal cierta de estar los exes ó rayos del uno paralelos con los del otro.

Si las correderas del diafragma estuviesen algo premiosas con la cera que se las pegase, se pasará arrimada á ellas una cerilla encendida para derretir ó calentar la cera, á fin de que los hilos no puedan mudar de lugar, quando se traslada el instrumento de un sitio á otro, bien que siempre será acertado verificarle despues de un viage largo antes de servirse de él; pero pocas veces habrá que llegarle, si se tomaren todas las prevenciones que hemos dicho.

Entonces se quitarán los tentemozos, se plantará la caxa sobre su pie, se echará agua en las vasijas, y en estas se meterán las caxas que llevan los anteojos; se levantará y baxará la caxa hasta encontrar un objeto muy dis-

distante en el qual dé el encuentro de los dos hilos, se dará vuelta al instrumento para mirar al mismo objeto con el otro anteojo; si el encuentro de las dos hebras de este segundo anteojo diere en el mismo objeto, el nivel estará arreglado, y el objeto en la linea de nivel aparente que pasa por el encuentro de los hilos.

Si el encuentro del segundo anteojo no diere en el mismo objeto, se dará vuelta al tornillo *QR* del lado que convenga para empujar el peso *P* ácia *Q* ó ácia *R*, segun estuviere el objeto mas arriba ó mas abaxo que el encuentro de los hilos, á fin de que la representacion del objeto suba ó baxe la mitad de la diferencia; entonces se buscará otro objeto en el qual dé el encuentro de los dos hilos; se dará vuelta al instrumento para ver si el encuentro del otro anteojo dá tambien en el mismo objeto, y se repetirá la misma operacion si fuese necesario, hasta que los encuentros de los dos anteojos tapen siempre un mismo objeto, y estará arreglado el nivel.

Entonces se hará una señal en el tubo del medio ácia el índice, el qual no conviene fixar hasta estar arreglado el nivel con corta diferencia.

Si se quiere que el nivel señale los minutos y segundos de inclinacion, se medirá en un terreno á nivel quanto quepa, el trecho que se quiera, desde el pie de un edificio ó arbol muy vertical; y quanto mas larga fuere esta basa, tanto mejor será.

Se buscarán las tangentes de los ángulos de uno, dos, &c. minutos (*a*) correspondientes á un radio igual á la basa medida. Se plantará el nivel en el uno de sus extremos, y

(*a*) Lo que aquí digo va fundado en la propiedad que goza todo triángulo plano rectángulo de ser el un lado la tangente del ángulo opuesto quando se toma por radio el otro lado, de cuya propiedad es muy facil hacer la aplicacion correspondiente al caso actual. Los que han estudiado Trigonometría saben que entre el radio de las tablas, y el que se toma á arbitrio hay la misma proporcion que entre las tangentes de las mismas tablas, y las que se calculan por el radio arbitrario.

y se señalará en el edificio ó arbol puesto en el otro extremo el punto de nivel aparente que cubra el encuentro de los hilos; mas arriba de cuyo punto se señalará lo que cojan de largo las tangentes halladas de uno, dos, &c. minutos. Se empujará el peso *P* hasta que el encuentro de los hilos dé en cada uno de los puntos donde rematan las tangentes, haciendo sobre el tubo enfrente del índice una señal correspondiente á cada uno de estos puntos, y quedarán señaladas en el nivel las divisiones correspondientes á las inclinaciones de minuto en minuto, las quales será facil dividir en 60 partes iguales para que señalen los segundos.

Los espacios de minuto en minuto y por consiguiente los de segundo en segundo serán tanto mayores, quanto menor fuere el peso *P*, y las caxas *LL* donde están pegados los anteojos fueren mas anchas y poco hondas y angostas; porque siendo dichas caxas anchas y poco altas, los anteojos hacen menos balances en la direccion vertical, lo que es mucha ventaja.

Donde no hubiere oficiales bastante diestros para arreglar el peso y el tornillo del tubo del medio, ó quando no se quiera que el nivel señale los minutos y segundos de inclinacion, bastará meter en el tubo un cilindro de plomo de media libra de peso, de grueso igual al hueco del tubo, asegurándole en su lugar con dos cilindros de madera ligera, que entre los dos no llenen todo el hueco que dexaren en lo largo del tubo el cilindro de plomo, y llenando lo demas con rodajas muy delgadas de madera, carton ó naype, á fin de empujar el peso tan poco como se quiera, quitando una rodaxa del un extremo del tubo para pasarla al otro, porque importa que todo el hueco del tubo esté lleno, á fin de que el peso no pueda mudar de lugar una vez que esté ajustado.

Para precaver que las dos caxas flotantes *LL* toquen las paredes de las vasijas donde está el agua, se pueden soldar en situacion orizontal algunos tubitos de hoja de lata,

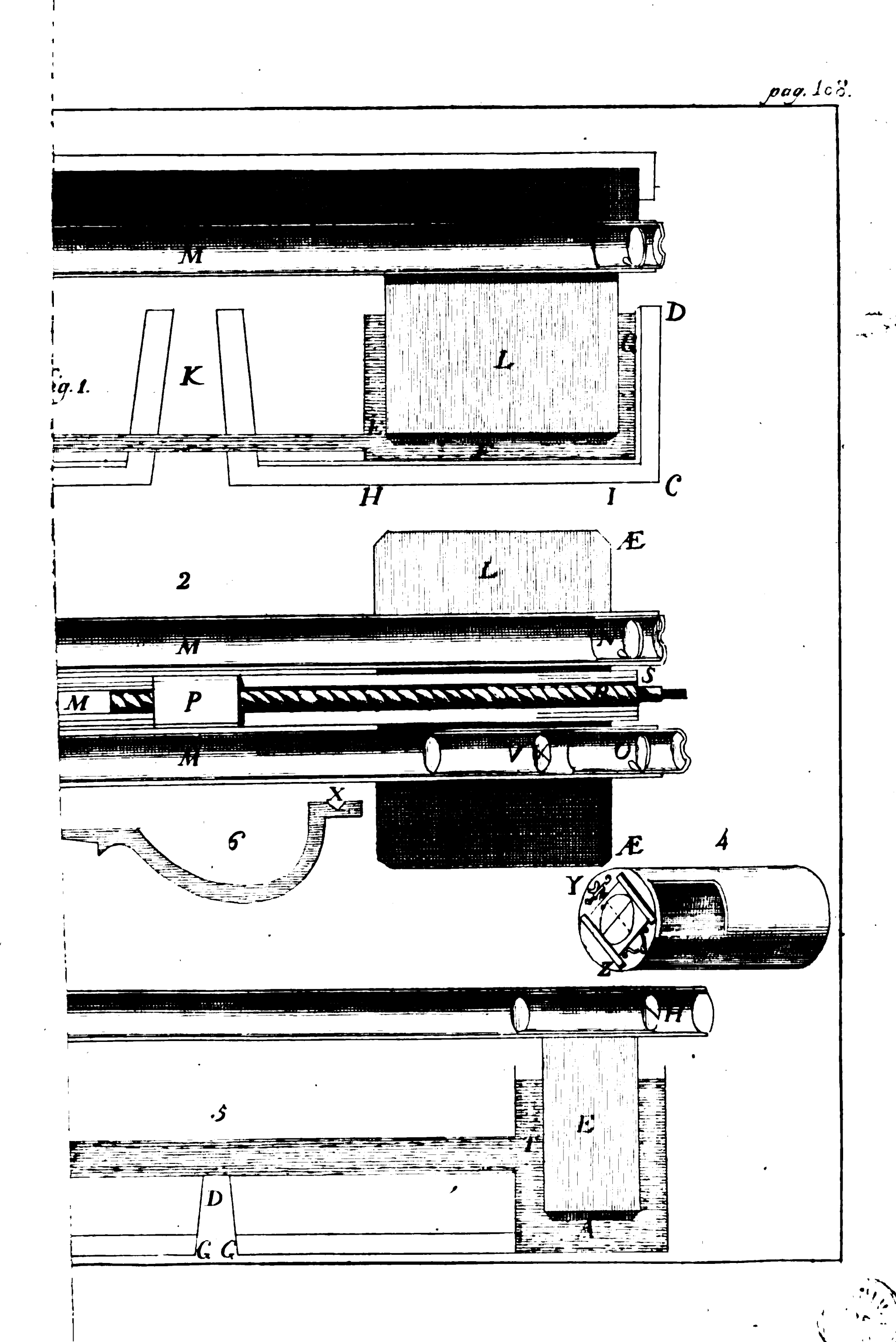


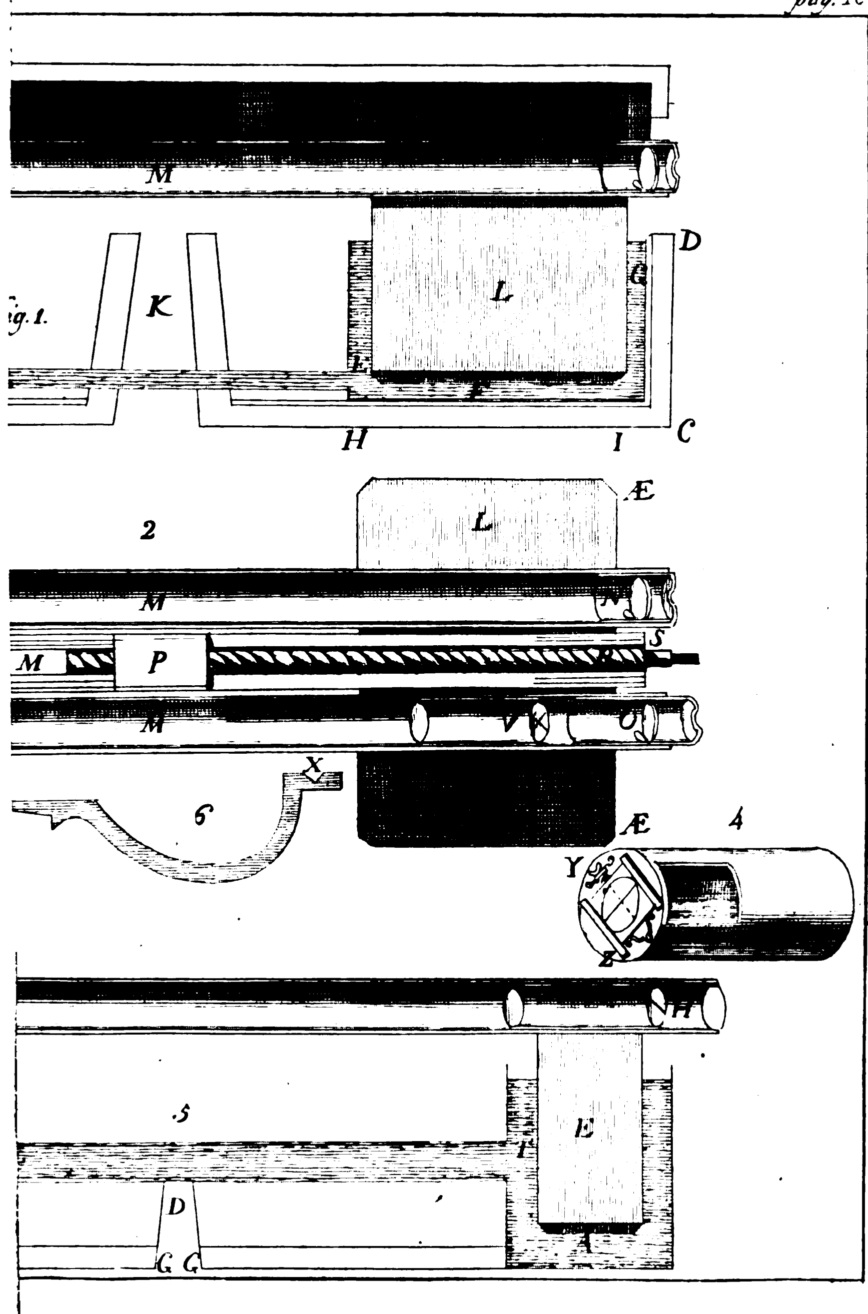
Fig. 1.
M
K
L
D
G
E
H
I
C
2
Æ
L
M
N
S
M
P
R
M
V
O
X
6
Æ
4
Y
Z
H
5
E
I
D
G G

y se señalará en el edificio ó arbol puesto en el otro extremo el punto de nivel aparente que cubra el encuentro de los hilos; mas arriba de cuyo punto se señalará lo que cojan de largo las tangentes halladas de uno, dos, &c. minutos. Se empujará el peso *P* hasta que el encuentro de los hilos dé en cada uno de los puntos donde rematan las tangentes, haciendo sobre el tubo enfrente del índice una señal correspondiente á cada uno de estos puntos, y quedarán señaladas en el nivel las divisiones correspondientes á las inclinaciones de minuto en minuto, las quales será facil dividir en 60 partes iguales para que señalen los segundos.

Los espacios de minuto en minuto y por consiguiente los de segundo en segundo serán tanto mayores, quanto menor fuere el peso *P*, y las caxas *LL* donde están pegados los anteojos fueren mas anchas y poco hondas y angostas; porque siendo dichas caxas anchas y poco altas, los anteojos hacen menos balances en la direccion vertical, lo que es mucha ventaja.

Donde no hubiere oficiales bastante diestros para arreglar el peso y el tornillo del tubo del medio, ó quando no se quiera que el nivel señale los minutos y segundos de inclinacion, bastará meter en el tubo un cilindro de plomo de media libra de peso, de grueso igual al hueco del tubo, asegurándole en su lugar con dos cilindros de madera ligera, que entre los dos no llenen todo el hueco que dexaren en lo largo del tubo el cilindro de plomo, y llenando lo demas con rodajas muy delgadas de madera, carton ó naype, á fin de empujar el peso tan poco como se quiera, quitando una rodaxa del un extremo del tubo para pasarla al otro, porque importa que todo el hueco del tubo esté lleno, á fin de que el peso no pueda mudar de lugar una vez que esté ajustado.

Para precaver que las dos caxas flotantes *LL* toquen las paredes de las vasijas donde está el agua, se pueden soldar en situacion orizontal algunos tubitos de hoja de lata,


M
D
G
L
K
ig. 1.
F
H
I
C
Æ
L
2
M
N
S
M
P
M
V
X
O
X
6
Æ
4
Y
Z
H
5
E
F
D
G G

ta, de linea y media de diámetro al poco mas ó menos junto á los ángulos exteriores *Æ,Æ* de las caxas *L,L*, metiendo en cada uno tres ó quatro cerdas de javalí salientes, como media pulgada, ó lo mas que se puede, con tal que no toquen á un tiempo las dos paredes opuestas del vaso.

Práctica de la nivelacion.

91 Dos modos hay de averiguar si dos puntos están á un nivel, ó quanto falta. 1.º Indagándolo con una operacion ó estacion sola desde el medio de la distancia que separa los dos puntos, ó desde el uno de los dos; esta se llama nivelacion simple. 2.º averiguándolo con muchas operaciones ó estaciones, plantando succesivamente el nivel en diferentes parages de la distancia que separa un término de otro; esta se llama nivelacion compuesta. De ambas se darán exemplos.

Antes de empezar la nivelacion, enviará el práctico un oficial inteligente á cada término para que le presente un estadal *FG* (Lam. 16), manteniéndole muy derecho y perpendicular al punto del término. F.1.

A es una tablita de un pie en quadro de madera muy ligera que ha de correr por el estadal de arriba abaxo y de abaxo arriba, la qual se afirma al estadal con una sortija de hierro que tiene detras, por medio de un agugero á manera de tuerca, en la qual se mete una llave atornillada que afianza la tablita de modo que no puede descomponerse.

El estadal está dividido en pies, pulgadas y lineas, y la tablita en dos partes iguales por una linea orizontal, la una blanca y la otra negra, siendo su cara trasera toda negra.

Para comodidad del oficial se junta con la tablita un palo *DE* de una vara de largo, el qual puede correr á lo largo del estadal, cabiéndole ambos en la mano, con el fin

fin de subir y baxar la tablita, segun convenga. Si un estadal no bastare, se juntarán dos ó los que fuere menester.

Dispuestos que esten el nivel y el estadal, mirará el práctico con el anteojo, mandando con la voz, ó por señas al oficial que suba ó baxe la tablita hasta que el encuentro de los hilos dé en la linea orizontal que separa la mitad blanca de la mitad negra: hecho esto hace seña al oficial de apretar la llave para asegurar la tablita en aquel punto que será el de la puntería. Esta operacion se repite respecto de cada término.

Nivelacion simple.

F.2. 92 Sean *A,B* (Lam. 16) los dos términos de la nivelacion; *C,D* los dos puntos de nivel. Mídase la distancia *AC*, y supongamos sea de 6 pies que se apuntarán en un libro de memoria, ó librito hecho para este fin; mídase despues la distancia *BD*, que supondremos de 9 pies, que tambien se apuntarán, como aquí figuramos, y restando 6 de 9, expresará la resta 3 quanto el segundo término *B* es mas baxo que el primero.

9 — 0 — 0
6 — 0 — 0
3 — 0 — 0

En este exemplo los dos términos de la nivelacion están debaxo de la linea y de los puntos de nivel, como sucede comunmente; pero si estuviesen mas arriba, como F.3. aquí *A,B* que son los términos de la nivelacion, y *C,D* los puntos de nivel; se medirá la distancia *AC* de 6 pies; y la *BD* de 9, y apuntándolas conforme hemos dicho, y aquí se vé, y practicando la sustraccion, la resta 3 pies señalará quanto *B* está mas alto que *A*.

6 — 0 — 0
9 — 0 — 0
3 — 0 — 0

Finalmente, si el uno de los dos términos estuviese mas alto, y el otro mas baxo que la linea de nivel, como aquí donde *B* está 3 pies mas alto, y *A* 9 pies mas baxo; en

en este caso, para sacar la diferencia de nivel entre los dos puntos, se sumarán una con otra las dos cantidades, y se hallará que *A* está 12 pies mas baxo que *B*.

Nivelacion compuesta.

93 El modo propuesto poco ha de apuntar y calcular la nivelacion simple se practica igualmente en la compuesta; pero en la última se ha de seguir con suma prolixidad, porque el mas leve descuido puede ocasionar errores que solo pueden remediarse con repetir toda la operacion desde el principio. Propondremos tres exemplos de nivelacion compuesto.

Primer exemplo. Propongámonos averiguar á que altura están uno respecto de otro dos rios en los puntos *A* y *N*; claro está que es preciso executar una nivelacion desde un término á otro. F.5.

A este fin el arquitecto esperará un tiempo sosegado, en que las aguas no experimenten grandes alteraciones; mandará plantar á un tiempo en cada término dos piquetes á flor de agua, á los quales, una vez plantados, no debe llegarse por motivo alguno, aunque las aguas suban ó baxen en uno ú otro de los dos términos; porque aquí todo el empeño está en saber quanto la cabeza del uno de los piquetes está mas ó menos alta que la del otro, lo que señalará la altura recíproca de los dos rios en los puntos señalados.

Despues reconocerá el terreno de entremedias, sacando su mapa puntual, el qual le enseñará el camino por donde habrá de correr la nivelacion, y otras cosas conducentes á su asunto.

Supongamos que tenga por mas corta para ir de *A* á *N* la linea de puntos *ACHN*; le proporcionará este conocimiento determinar en quantas estaciones podrá ir desde *A* á *N*, y supondremos sean 12, unas mas largas que otras, segun los casos. F.5.

En

En cada término *A*,*B*,*C*,*D*,&c. se plantará un piquete de dos pies de largo si el terreno fuere firme, y de tres pies si el terreno fuese movedizo ó arenisco; cuyos piquetes no han de pasar la superficie de la tierra mas de dos ó tres pulgadas para precaver que los arranquen, y se puedan hallar siempre que se quiera, dado caso que suceda algun accidente en el discurso de la nivelacion.

Tambien se señalarán con piquetes plantados un pie en tierra los puntos de las estaciones que estarán en 1,2,3,&c. y despues de dividir una hoja del libro en 5 columnas, se empezará la nivelacion.

Se plantará el instrumento en la primer estacion 1 á igual distancia de cada uno de los dos términos *A* y *B*, y si los suponemos distantes uno de otro 166 estadales, la linea de nivelacion será por lo mismo 83 estadales de cada lado.

Se escribirá, pues, en la primer columna el primer término *A*; en la segunda, los pies, pulgadas, &c. que la puntería *a* (Lam. 16), que es el punto de nivel señalado en los estadales por el encuentro de los hilos, estará mas alto que *A*, cuya cantidad suponemos de 7 pies 6 pulgadas. En la tercer columna se señalará el segundo término *B*, y en la quarta los pies, pulgadas, &c. que la puntería *b* estuviere mas alta que el término *B*, que aquí será 6 pies; finalmente, en la quinta columna se apuntará la distancia de un término á otro, que aquí es de 166 estadales.

F.6.

Al

Primer término.	*Altura.*			*Segundo término.*	*Altura.*			*Distancia.* Estadales.
A	7	6	0	*B*	6	0	0	166
B	4	6	0	*C*	5	6	2	250
C	12	8	6	*D*	8	4	0	240
D	0	0	0	*E*	4	1	0	240
E	6	10	0	*F*	2	11	0	250
F	7	0	4	*G*	4	8	0	300
G	7	7	6	*H*	10	0	0	250
H	4	6	4	*I*	8	10	0	110
I	6	3	0	*K*	10	0	0	130
K	6	4	3	*L*	5	8	0	250
L	7	0	0	*M*	8	4	3	250
M	6	5	0	*N*	7	10	0	250
	76	9	7		82	2	5	2686

82	2	5
76	9	7
5	4	6

94 Para la segunda estacion se llevará el instrumento al punto señalado 2, tambien á igual distancia de los puntos *B* y *C*, que serán ahora los dos términos de la nivelacion; de modo que siendo *B* el segundo término en la primer operacion, será en esta segunda el primero. Se escribirá, pues, como antes en la primer columna *B*, en la segunda 4 pies 6 pulg. — 0, en la tercera el segundo término *C*, en la quarta 5 — 6 — 2, que expresan lo que la puntería *d* estará mas alta que el término; en fin en la quinta columna se apuntarán 250 estadales, distancia de un término á otro.

Para tercer estacion, como la desigualdad del terreno no consiente se plante el instrumento á igual distancia de los dos términos, convendrá, despues de señalar el sitio que mas acomodare para ello, v. gr. 3, apuntar su distancia á cada término-

H mi-

mino que desde 3 á *C* supondremos de 160 estadales, y de 80 desde 3 á *D*; lo demas se hará del mismo modo que en las estaciones pasadas.

Por lo que mira á la quarta estacion, se seguirá un método parecido al de la tercera; quiero decir que deberá señalarse una distancia de 80 estadales desde el primer término *D* al punto de la estacion 4, y una distancia de 160 estadales desde el punto de la misma estacion 4 hasta el segundo término *E*.

Respecto de las ocho estaciones que faltan, se practicará lo mismo que respecto de las quatro primeras, apuntándolo todo puntualmente en cada columna como antes; y en llegando al último término *N* donde acaba la nivelacion, se sumarán unas con otras las partidas de cada columna... Hecho esto se restará la suma de la primer columna de la suma de la segunda y la resta expresará lo que el término *N* estará mas baxo que *A*.

Perfil de esta nivelacion.

F.6. 95 Concluida la nivelacion, se trazará su perfil, para lo qual se tirará en el plano una linea recta de puntos *OO* que representará la linea de nivel. Desde todos los puntos que en el plano representan estaciones ó términos se tirarán otras tantas perpendiculares á dicha linea, de las quales las unas figurarán los estadales plantados en cada término, y las otras la posicion del instrumento en cada estacion.

Empezando, pues, por el primer término *A*, donde está la primer perpendicular, se señalará en el estadal plantado en dicho término un punto *a* á la altura 7—6—0, diferencia del punto de nivel y del término *A*. Por el punto *a* se tirará una paralela á la linea de nivel, cuya paralela cortará la tercer perpendicular en *b* del segundo estadal. Debaxo del punto *b* se señalarán 6 pies hasta *B*, donde estará el segundo término de esta primer nivelacion, por consiguiente se echará de ver que en el término *B* estará el terreno 1—6—0 mas alto que *A*.

En

En medio de los dos términos se figurará el instrumento á la altura de la linea de nivel, y se dibuxará el terreno de entremedias con expresion de sus diferentes desigualdades. Se señalará despues en el segundo estadal la altura del punto de nivel para la segunda estacion mas arriba del término *B*, 4 — 6 — o v. gr. en *c*, por cuyo punto se tirará una recta tambien paralela á la linea de puntos que figura la linea de nivel, la qual cortará la quinta perpendicular en *d* del tercer estadal; desde *d* se baxará 5 — 6 — 2 hasta *C*, donde estará el segundo término respecto del antecedente, y el tercero respecto del primero. En medio y á igual distancia de los dos términos v. gr. en 2 se figurará el instrumento á la altura de la linea de nivel, v. gr. en 2 y se dibuxará el terreno que hubiere entre los términos y la estacion, expresando sus diferentes alturas y desigualdades. Haciendo despues lo mismo desde cada término y cada estacion á otra, hasta el último término *N*, quedará puntualmente trazado el perfil del terreno por donde pasare la nivelacion, como aquí de toda la linea de puntos *ABCD* &c. F. 5.

Lo mismo se practicará con todos los perfiles que ocurriere trazar, bien de alturas, campiñas, rios, canales, fuentes, ataguías, &c. una vez que esté puntualmente señalada la altura de cada término de la nivelacion y de cada estacion.

Pero el perfil de una nivelacion puede hacerse de dos maneras diferentes, segun la mira con que se haga; porque si la mira fuese señalar no mas la diferencia de altura de los dos términos, bastará trazar el perfil conforme acabamos de proponer; pero si la mira fuese señalar con individualidad la altura del terreno entre los dos términos, se ha de seguir otro método que vamos á especificar, del qual el declarado poco ha puede considerarse como parte. Declararemos el segundo método aplicándole al mismo exemplo.

Otro método para trazar con mas individualidad el perfil de una nivelacion.

96 Aquí suponemos executada la nivelacion desde *A* F. 5.

 has-

hasta *N* por otro terreno que el antecedente que se hubiere reconocido ser mas igual y menos alto respecto del nivel de los dos rios, á fin de abrir, para comunicacion de uno con otro, el canal señalado *OPQRSTVXY*.

F.7. Con esta mira, se trazará, sin atender al plano, una recta de puntos v. gr. desde *Z* á *Y*, cuya linea señalará, como en el perfil antecedente, la linea de nivel que ha de regir para todo lo demas.

A esta linea de nivel se le baxarán perpendiculares, las quales señalarán los términos de la nivelacion, y la verdadera distancia de uno á otro.

Una vez que en esta segunda nivelacion no puede menos de sacarse la misma diferencia de nivel 5 – 4 – 6 que en la primera, entre los dos términos extremos, se señalará, para empezar el perfil, 5 – 4 – 6 en la perpendicular al punto *O*, primer término de la nivelacion. En el mismo punto *O*, prolongando la perpendicular, se figurará el primer estadal, en el qual se señalará en *a*, del mismo modo que en el perfil general pasado, el punto de nivel con arreglo á su altura respecto del término *O*; lo propio se practicará con el segundo, tercero, &c. estadal y los siguientes, hasta el último término, conforme se dixo antes.

Trazadas que estén las lineas de nivel desde un punto á otro, conforme pinta la figura, solo faltará especificar las diferentes alturas del terreno que hubiere entre un término y otro. Las diferencias pueden ser grandes ó cortas, esto es, igual, lo que importa es que con un buen anteojo se pueda ver desde un término á otro.

F.7. Se verá, pues, que el terreno entre *O* y *P* no es igual; y para señalarle en el perfil como él es, se expresarán las desigualdades con su verdadero valor; se plantará desde luego el instrumento en el uno de los términos, v.gr. en *P*, procurando que el encuentro de las hebras cubra el punto de nivel señalado *b*; mirando despues ácia el primer término *O*, se levantará ó baxará la puntería hasta que el punto de nivel señalado mas arriba del primer término cor-

res-

responda puntualmente al encuentro de los hilos; la linea de puntería de un punto á otro señalará la linea de nivel.

Si hecho esto, se manda plantar un piquete cerca de la orilla en *a* para señalar la altura de la orilla del rio respecto del primer término, y se presenta sobre este piquete el estadal, se mirará á que altura la interseccion de los hilos corresponde en el estadal, y supondremos que sea á la de 4 – 10 – 0; se trasladará á la linea de nivel la distancia del primer piquete al primer término, desde donde se baxará una perpendicular en la qual se señalará la distancia 4 – 10 – 0 al punto *a*, esto determinará la altura del primer piquete, ó, lo que es lo propio, la altura de la orilla del rio respecto de la superficie del agua, conforme el perfil manifiesta.

Sí despues de esto se planta, caminando ácia *b*, otro piquete en la misma linea de los dos términos, y sobre el piquete se presenta el estadal, el encuentro de los hilos, que permanece constantemente en la misma situacion, le cortará á la altura 4 – 6 – 0 v. gr. y trasladando á la linea de nivel la distancia cabal del primer piquete al segundo *b*, se baxará una perpendicular, y tomando en ella una perpendicular de 4 – 6 – 0 esta caerá en el punro *b*, y determinará la altura del piquete, y por consiguiente la del terreno en dicho parage.

Para expresar la pequeña hondonada *c'*, se plantará puntualmente en medio un piquete *c'* á flor de tierra, y en la linea que va desde un término á otro, como los dos primeros; se señalará, siguiendo siempre la linea del nivel, la distancia puntual del segundo piquete *b* al tercero *c*, y se baxará, como antes, una perpendicular, en la qual se apuntará la altura que señalare en el estadal la interseccion de los hilos que supondremos de 6 – 8 – 0 en *c'*, lo que determinará la hondonada, conforme demuestra el perfil.

Por lo que mira al terreno de entre los piquetes, como la distancia se irá haciendo corta, le será facil al arquitecto expresarla prudencialmente, una vez que tenga señalados con

 pun-

puntualidad los puntos de todas las desigualdades reparables entre los términos.

Para trazar con igual individualidad el perfil desde el segundo término al tercero, como desde el primero al segundo, se dirigirá la puntería al tercer termino; en lo demas se practicará de todo punto lo mismo que desde el primero al segundo, y se proseguirá al mismo tenor desde cada término al inmediato, hasta llegar al último, conforme lo manifiesta á las claras el perfil.

Así quedará trazado el terreno de entre los dos términos extremos de la nivelacion con toda la individualidad que cabe. Quando no quiera el práctico permanecer en una misma estacion, podrá trasladar el instrumento á otro término, ó plantarle entre uno y otro, conforme se ve aquí (Lam. 15) donde está entre el segundo y tercero, y saldrá de todo punto lo mismo.

F. 7.

Proporcionan estos perfiles formar cabal juicio de las tierras que se han de excavar para abrir un canal como el que figuramos en el plano para comunicacion de los dos rios, añadiendo lo que se le quiera dar de profundo.

97 Segundo exemplo. Aquí supondremos que se nos ofrezca nivelar un rio, cuyo caso servirá de norma para nivelar toda agua corriente. Se buscará para esta operacion un tiempo quieto, en que las aguas no estén expuestas á grandes mudanzas, para plantar á un tiempo en muchos parages del rio ó de sus brazos, piquetes á flor de agua, ó para hacer en ellos algunas señales equivalentes, cuyos piquetes ó señales serán los términos principales de esta nivelacion.

F. 1.

Plantaremos el primer piquete en *A* (Lam. 17), mas arriba de los molinos 1, el qual señalará la altura de las aguas altas mas arriba de los molinos 1, y este será el primer término de la nivelacion.

El piquete *b* señalará la altura de las aguas baxas mas abaxo de los molinos, para dar á conocer la diferencia de las aguas altas á las baxas, qualquier mudanza que pueda ocur-

ocurrir en el discurso de la nivelacion, que suponemos executarse en el mismo instante que se plantan los piquetes.

El piquete *B* orilla del rio será el segundo término principal de la nivelacion.

Los piquetes *C,D* mas arriba y mas abaxo de los molinos 2 señalarán la altura de las aguas altas y baxas, y su diferencia, y servirán de tercero y quarto término principales.

Finalmente, los piquetes plantados en *E* y *F* mas arriba y mas abaxo de otros molinos 3 señalarán igualmente la diferencia de las aguas altas y baxas, y serán los términos extremos de esta nivelacion.

Se dispondrá todo de modo que todas estas señales se hagan puntualmente á flor de agua en todo el rio en un mismo dia, á la misma hora y en el mismo instante, lo que dará á conocer con la mayor puntualidad la verdadera situacion del rio en aquel momento, en el qual se supone haberse hecho la nivelacion. Con esto, suceda lo que sucediere, suban ó baxen las aguas, ningun estorbo habrá que temer en el discurso de la operacion.

Determinados y asegurados por este medio los principales términos de la nivelacion, solo faltará nivelar desde un término á otro, aprovechando quantas proporciones puedan contribuir al adelantamiento y acierto de la obra, y descartando todos los óbices que pudiesen atrasarla y perjudicarla.

98 Es regla fundamental caminar de un término á otro por el camino mas corto; sin embargo será lícito y aun necesario quebrantarla siempre que por seguirla á la letra se tropiece con grandes obstáculos y dificultades, como cerros, bosques intransitables, lagunas, &c. y de lo contrario se siguiese algun notable beneficio, como en este exemplo, donde para ir desde *A* primer término al segundo *B* se podrian aprovechar las lagunas que suponemos algo á la izquierda de la linea de la nivelacion; con lo que, segun se echa de ver, se gana mucho, pues el camino de la linea de puntos

AcdefghikB, bien que al parecer mas largo, es en realidad mas corto, porque solo habrá que nivelar la distancia de una laguna á otra, como las *Ac*,*de*,*fg* &c. siendo cada una de las distancias entre los términos *cd* &c. necesariamente una linea de nivel verdadero, la que forma la superficie del agua de cada laguna. Porque es constante que no hay lineas ni puntos de nivel mas seguros que los de la superficie de una agua mansa y sin movimiento, cuya proporcion conviene muchísimo aprovechar, así para abreviar, como para acertar la operacion. En quanto á la nivelacion, se practicará del mismo modo que en el primer exemplo.

Si se considera con atencion la lámina, el curso y los rodeos del rio se echará de ver quanto se abreviará y quan puntual saldrá la operacion; porque el asunto no es aquí averiguar quanto coge de largo el curso del rio, sino la altura de un punto respecto de otro de la superficie de sus aguas, que es lo que determina su declivio, para lo qual lo mismo tiene seguir el curso del agua ó el camino mas breve para llegar desde un punto dado como aquí *A* á otro *B*, conforme se percibe facilmente.

Por consiguiente, despues de nivelar desde *A* á *B*, y apuntar en las columnas del libro, los términos, las alturas y las distancias, se proseguirá lo mismo desde *B* á *C*, siguiendo la linea de puntos *BlmnoC* que parece la mas facil y mas acomodada, por donde podrá saberse con entera puntualidad quanto la superficie del agua en el primer término *A* es mas alta que en el término *C* mas arriba de los molinos 2, y por lo mismo quanto los segundos molinos están mas baxos que los primeros, quanto la superficie del agua es mas alta en una estacion que en otra, y todas las conseqüencias que se han de seguir.

Despues se nivelarán los dos términos *C*,*D* mas arriba y mas abaxo de los molinos para señalar la diferencia de sus aguas altas y baxas.

Desde el término *D* se podrá nivelar á campo travieso hasta el término *p* orilla de la laguna *A'*, y dexando el término-

mino *p* para pasar al punto *q* de la laguna; el mismo que *p*, por estar ambos á un nivel, se pasará desde la laguna *A'* á la *B'*, nivelando por el bosque desde *q* á *r*, cuyo punto se dexará para pasar al término *s*, desde donde se nivelará hasta *t*, y desde *t* á *E* mas arriba de los molinos 3, y desde *E* á *F* mas abaxo de los mismos molinos.

Con esta nivelacion se sabrá quanto las aguas de mas arriba y mas abaxo de los molinos 1 están mas altas que las de los molinos 2, y quanto las de estos son mas altas que las de los molinos 3, y todas las conseqüencias que se han de inferir.

Por este rumbo se debe caminar en los casos parecidos á este, el qual manifiesta quanto importa conocer bien el terreno, así para evitar tropiezos que podrian ocurrir en el discurso de la nivelacion, como para aprovecharse de infinitas circunstancias sumamente socorridas.

Perfil.

99 Para trazar el perfil de esta nivelacion, se tirará desde luego una linea de puntos *AG*, que será la del nivel, á la qual se baxarán desde los principales términos *A*, *B* &c. (Lam. 17) otras tantas perpendiculares, las quales, prolongándolas indefinitamente, servirán para trazar el perfil, conforme vamos á especificar. F. 2.

Empezando por el primer término *A*, que es el de las aguas mas altas de los molinos 1, se tomará en la perpendicular una distancia de 3 pies señalada *b*, diferencia hallada entre las aguas altas y baxas. Desde el punto *b* se tirará la linea de puntos *bc*, paralela á la del nivel *AG*. Desde el punto *c* se señalará en la perpendicular hasta *B*, una distancia de 4 pies, diferencia de altura entre el término *b* y el término *B*. Desde el punto *B* se tirará la linea de puntos paralela *Bd*. Despues se baxará de *d* á *C* tres pies diferencia de nivel entre los términos *B* y *C*, y quatro pies y medio de *C* á *D*, diferencia de las aguas altas y baxas de los molinos 2. Desde el punto *D* se tirará una pa-

paralela de puntos hasta *e*, y en la perpendicular al punto *e* hasta *E*, se señalarán 3 pies, diferencia de nivel entre los términos *D* y *E*. Finalmente, desde el término *E* al término *F* en la misma perpendicular se señalará 1 pie 6 pulg. diferencia de las aguas altas y baxas de los molinos 3, de donde se seguirá que el término *A* orilla del agua, el mismo que el punto *A* de las aguas altas del molino 1 es 10 pies mas alto que el término *C* de las aguas altas de los molinos 2; asimismo el término *C* de las aguas altas de 2 es mas alto que el término *E* de las aguas de los molinos 3 siete pies y medio; si á estos se añade un pie y medio, diferencia de las aguas altas á las baxas, sacaremos que las aguas altas de 1 serán 19 pies mas altas que las aguas altas de 3.

Si al executar alguna nivelacion como esta, se hallasen diferencias notables en el curso de un rio, como en los parages donde corre mas estrechado, donde tiene mayor altura, que donde corre mas ancho, lo que no puede menos de ocasionar notable diferencia en su rapidez, y por consiguiente en el nivel de un punto á otro, será necesario apuntarlas en el perfil de la nivelacion, cuya prevencion es tanto mas necesaria quanto de aquí se siguen conseqüencias de suma importancia.

100 Tercer exemplo. Propongámonos nivelar desde el punto *A* (Lam. 18) de la superficie de una agua que cae de montañas hasta el punto *K* del suelo de un estanque, donde suponemos que se quiera hacer un surtidor, para saber á que altura subiría encaminando las aguas desde el punto *A* como depósito al punto *K* por encañados dispuestos como corresponde.

F. 1.

Claro está que esto nos lo ha de decir la nivelacion, para lo qual es indispensable que el instrumento esté muy rectificado. Despues se le plantará primero en *D*; y porque desde el punto *A*, primer término de la nivelacion, al punto *D*, que es el tercero, suponemos excesiva la altura y por extremo escarpado el terreno, no se podria nivelar de una vez con el nivel de anteojo, será preciso subir de *A* á *D*, executando

do nivelaciones mas cortas con el nivel de agua, ó, si fuese mas fácil, baxar desde *D* á *A*, lo que siempre vendrá á ser lo mismo.

Primer término.	*Altura.*			*Segundo término.*	*Altura.*			*Distancia.* Estadales.
A	21	6	0	*C*	0	9	0	90
C	4	3	0	*D*	0	3	0	40
D	3	9	0	*E*	16	3	0	3500
E	5	0	0	*F*	17	10	7	250
F	10	9	8	*G*	5	0	0	375
G	5	0	0	*H*	19	0	0	300
H	5	0	0	*K*	49	3	2	1000
	55	3	8		108	4	9	2405

108	4	9
55	3	8
53	1	1

Ya tenemos dicho antes de ahora que el nivelar cortas distancias con el nivel de agua no puede ocasionar error sustancial. Para obrar, pues, en esta nivelacion metódicamente como en todas las demas, se apuntará en la primer columna el primer término *A*, en la segunda 21 -- 6 -- 0, altura del punto de nivel mas arriba del término; en la tercer columna, el segundo término *C*, en la quarta, el segundo punto de nivel mas arriba del término *C*, que suponemos de 0 -- 9 -- 0, y en la quinta 90 distancia del primer término al segundo.

101 La segunda estacion no podrá estar entre dos términos por causa de la desigualdad del terreno; pero estará en el segundo término *C*, donde se plantará el instrumento para nivelar hasta *D*; hecho esto, se pondrá en la primer columna *C*, primer término de esta segunda nivelacion; en la segunda, la altura del agua del nivel mas arriba del término

no

no *C*, que suponemos sea 4 -- 3 -- o; en la tercera, el tercer término *D*; en la quarta, la altura de la puntería *d* respecto del punto *D*, que será o -- 3 -- o; y en la quinta, 40 distancia del segundo término al tercero.

Despues se dexará el nivel de agua, para nivelar con el grande, porque con este se nivelará con mas puntualidad el terreno propuesto en cinco veces, que no en ciento y veinte con el primero.

Aquí no proponemos mas de dos estaciones con el nivel de agua para subir desde el primer término *A* al tercero *D*, aunque el terreno, conforme manifiesta el plano, necesitaría mas; pero hémoslo hecho con el fin de que no saliera confuso el plano ni el perfil. Aquí no llevamos otra mira que enseñar el modo de practicar la nivelacion desde un término á otro, el qual es uno mismo para muchas estaciones y para pocas.

102 Nivelaremos, pues, con el nivel de anteojo en una sola estacion, apuntando desde *D* el punto *E*; despues se señalará en la primer columna, siempre de seguida, el término *D* donde está la estacion; en la segunda columna, la altura del encuentro de las hebras del anteojo mas arriba del término *D*, suponiéndola de 3 -- 9 -- o; en la tercera el término *E*, y en la quarta 16 -- 3 -- o; la puntería es en realidad 16 -- 6 -- o, pero como para la distancia de 3500 varas, que hay del término *D* al término *E*, la diferencia del nivel aparente al verdadero es de unas o -- 3 -- o, será preciso restar o -- 3 -- o de 16 -- 6 -- o, y restarán 16 -- 3 -- o, altura del punto de nivel mas arriba del punto *E*, cuya cantidad se apuntará en la quarta columna, y en la quinta 3500 distancia del término *D* al término *E*.

Despues se trasladará el instrumento al término *E*: pero conviene antes de proseguir la nivelacion estar muy seguro de que no ha padecido en el camino alteracion alguna; porque si hubiese el mas mínimo rezelo, sería indispensable verificarle otra vez. Se plantará, pues, para la segunda estacion en *E*, y se hará la nivelacion ácia *F* como la primera,

cri-

aputando con cuidado los términos y las alturas cada una en su respectiva columna. Pero como en esta segunda nivelacion la distancia de un término á otro no pasa de 2500 varas la diferencia del nivel aparente al verdadero solo será 1 pulg. 2 lineas, se restará por consiguiente esta diferencia de 17 – 11 – 9, altura de la puntería, y será 17 – 10 – 7 la altura del punto de nivel.

Se trasladará despues el instrumento con sumo cuidado á *G*, segundo término de esta nivelacion, y apuntará ácia *F* como primer término, el qual se apuntará en la primer columna, y en la segunda la altura del punto de nivel *I*; 2 pulg. 8 lineas mas abaxo que la puntería que es de 11 – 0 – 3, por ser 3 pies 6 lineas la diferencia entre el nivel aparente y el verdadero á 3750 varas de distancia que hay entre el primer término y la estacion. Se restará, pues, 0 – 2 – 8 de 11 – 6 – 3, y la resta 10 – 9 – 7 será la altura del punto de nivel 1, la qual se apuntará en la segunda columna; en la tercera se apuntará el segundo término *G*; en la quarta, la altura del instrumento respecto del término *G*; y en la quinta 375 distancia entre los términos.

Despues se mudará de estacion para nivelar ácia *H*, practicando lo mismo que en las nivelaciones precedentes.

Finalmente, pasando el instrumento á *H*, ultima estacion, y suponiendo de bastante alcance el anteojo para distinguir un punto encima del palacio, donde se mandará manifestar el estadal, solo faltará medir la altura adonde cae el punto de encuentro en el estadal *n* hasta el punto *O* donde está plantado, medir despues la altura desde el punto *O* al piso del suelo *I*, y desde el piso del suelo hasta el suelo del estanque *K*, que supondremos sea en todo 50 – 9 – 7, de cuya cantidad deberá restarse 1 – 6 – 5 diferencia entre el nivel verdadero y el aparente para 10000 varas de distancia que suponemos entre los dos términos habria, pues, desde el punto de la puntería hasta el suelo del estanque *K* 49 – 3 – 2 de altura, la qual se apuntará en la quarta columna, y 1000 en la quinta, distancia de un término á otro. Habiendo, pues,

apun-

apuntado cada cosa en su columna, sumando y restando, se hallará que el punto *A* está 51 – 9 – 0 mas alto que el punto *K* del suelo del estanque, lo que proporcionará sacar la altura á que subirá el surtidor.

Perfil.

F.2. 103 El perfil general de esta nivelacion (Lam. 18), conforme va puesto al pie del plano, se hará facilmente por el método propuesto, una vez que las diferentes alturas estén puntualmente señaladas en las columnas.

Pero si se quisiere trazar por menor el perfil de las montañas por donde pasare la nivelacion, habria mas dificultad, porque no se hallarian maderos tan largos que llegaran desde la hondonada hasta la linea del nivel, y así no cabría en este caso la aplicacion del método.

F.2. Propongámonos trazar puntual el perfil de las alturas *D*,*E* y de las hondonadas de entre medias; por el método, se plantará el instrumento en *D*, y apuntará ácia *E* de modo que el encuentro de las hebras dé en el punto de nivel señalado *f* en el estadal, con lo que estará señalada la linea de nivel desde *e* á *f*. Despues se especificará por medio de grandes maderos tan hondo como sea posible de cada lado por el método como aquí hasta los puntos *a*,*b*; y para llegar hasta lo mas hondo y especificar lo demas, se apelará al nivel de agua como pinta el exemplo, baxando desde el punto *a* á los puntos *d*,*e*, y subiendo despues desde *e* al punto *b*; practicando lo propio de altura en altura desde el primer término al último, quedará trazado el perfil individual de toda la nivelacion.

Ya podemos declarar quanto pertenece á las obras que se hacen en los rios, las quales, aunque son por lo dicho antes de construccion, destinos y nombres muy diferentes procuraremos reducir á determinadas y distintas especies.

De las Adiciones.

104 Si es razon dexar á todo un rio madre competente por

fig. 1

C

H

i k l

G

m 2. n

H

o

K I

do nivelaciones mas cortas con el nivel de agua, ó, si fuese mas fácil, baxar desde *D* á *A*, lo que siempre vendrá á ser lo mismo.

Primer término.	*Altura.*			*Segundo término.*	*Altura.*			*Distancia.* Estadales.
A	21	6	0	*C*	0	9	0	90
C	4	3	0	*D*	0	3	0	40
D	3	9	0	*E*	16	3	0	3500
E	5	0	0	*F*	17	10	7	250
F	10	9	8	G	5	0	0	375
G	5	0	0	*H*	19	0	0	300
H	5	0	0	*K*	49	3	2	1000
	55	3	8		108	4	9	2405

108	4	9
55	3	8
53	1	1

Ya tenemos dicho antes de ahora que el nivelar cortas distancias con el nivel de agua no puede ocasionar error sustancial. Para obrar, pues, en esta nivelacion metódicamente como en todas las demas, se apuntará en la primer columna el primer término *A*, en la segunda 21 -- 6 -- 0, altura del punto de nivel mas arriba del término; en la tercer columna, el segundo término *C*, en la quarta, el segundo punto de nivel mas arriba del término *C*, que suponemos de 0 -- 9 -- 0, y en la quinta 90 distancia del primer término al segundo.

101 La segunda estacion no podrá estar entre dos términos por causa de la desigualdad del terreno; pero estará en el segundo término *C*, donde se plantará el instrumento para nivelar hasta *D*; hecho esto, se pondrá en la primer columna *C*, primer término de esta segunda nivelacion; en la segunda, la altura del agua del nivel mas arriba del término

no

no C, que suponemos sea 4 -- 3 -- o; en la tercera, el tercer término D; en la quarta, la altura de la puntería d respecto del punto D, que será o -- 3 -- o; y en la quinta, 40 distancia del segundo término al tercero.

Despues se dexará el nivel de agua, para nivelar con el grande, porque con este se nivelará con mas puntualidad el terreno propuesto en cinco veces, que no en ciento y veinte con el primero.

Aquí no proponemos mas de dos estaciones con el nivel de agua para subir desde el primer término A al tercero D, aunque el terreno, conforme manifiesta el plano, necesitaría mas; pero hémoslo hecho con el fin de que no saliera confuso el plano ni el perfil. Aquí no llevamos otra mira que enseñar el modo de practicar la nivelacion desde un término á otro, el qual es uno mismo para muchas estaciones y para pocas.

102 Nivelaremos, pues, con el nivel de anteojo en una sola estacion, apuntando desde D el punto E; despues se señalará en la primer columna, siempre de seguida, el término D donde está la estacion; en la segunda columna, la altura del encuentro de las hebras del anteojo mas arriba del término D, suponiéndola de 3 -- 9 -- o; en la tercera el término E, y en la quarta 16 -- 3 -- o; la puntería es en realidad 16 -- 6 -- o, pero como para la distancia de 3500 varas, que hay del término D al término E, la diferencia del nivel aparente al verdadero es de unas o -- 3 -- o, será preciso restar o -- 3 -- o de 16 -- 6 -- o, y restarán 16 -- 3 -- o, altura del punto de nivel mas arriba del punto E, cuya cantidad se apuntará en la quarta columna, y en la quinta 3500 distancia del término D al término E.

Despues se trasladará el instrumento al término E: pero conviene antes de proseguir la nivelacion estar muy seguro de que no ha padecido en el camino alteracion alguna; porque si hubiese el mas mínimo rezelo, sería indispensable verificarle otra vez. Se plantará, pues, para la segunda estacion en E, y se hará la nivelacion ácia F como la primera,

cri-

aputando con cuidado los términos y las alturas cada una en su respectiva columna. Pero como en esta segunda nivelacion la distancia de un término á otro no pasa de 2500 varas la diferencia del nivel aparente al verdadero solo será 1 pulg. 2 lineas, se restará por consiguiente esta diferencia de 17 — 11 — 9, altura de la puntería, y será 17 — 10 — 7 la altura del punto de nivel.

Se trasladará despues el instrumento con sumo cuidado á *G*, segundo término de esta nivelacion, y apuntará ácia *F* como primer término, el qual se apuntará en la primer columna, y en la segunda la altura del punto de nivel *I*; 2 pulg. 8 lineas mas abaxo que la puntería que es de 11 — 0 — 3, por ser 3 pies 6 lineas la diferencia entre el nivel aparente y el verdadero á 3750 varas de distancia que hay entre el primer término y la estacion. Se restará, pues, 0 — 2 — 8 de 11 — 6 — 3, y la resta 10 — 9 — 7 será la altura del punto de nivel 1, la qual se apuntará en la segunda columna; en la tercera se apuntará el segundo término *G*; en la quarta, la altura del instrumento respecto del término *G*; y en la quinta 375 distancia entre los términos.

Despues se mudará de estacion para nivelar ácia *H*, practicando lo mismo que en las nivelaciones precedentes.

Finalmente, pasando el instrumento á *H*, ultima estacion, y suponiendo de bastante alcance el anteojo para distinguir un punto encima del palacio, donde se mandará manifestar el estadal, solo faltará medir la altura adonde cae el punto de encuentro en el estadal *n* hasta el punto *O* donde está plantado, medir despues la altura desde el punto *O* al piso del suelo *I*, y desde el piso del suelo hasta el suelo del estanque *K*, que supondremos sea en todo 50 — 9 — 7, de cuya cantidad deberá restarse 1 — 6 — 5 diferencia entre el nivel verdadero y el aparente para 10000 varas de distancia que suponemos entre los dos términos habria, pues, desde el punto de la puntería hasta el suelo del estanque *K* 49 — 3 — 2 de altura, la qual se apuntará en la quarta columna, y 1000 en la quinta, distancia de un término á otro. Habiendo, pues, apun-

apuntado cada cosa en su columna, sumando y restando, se hallará que el punto *A* está 51 — 9 — 0 mas alto que el punto *K* del suelo del estanque, lo que proporcionará sacar la altura á que subirá el surtidor.

Perfil.

F.2. 103 El perfil general de esta nivelacion (Lam. 18), conforme va puesto al pie del plano, se hará facilmente por el método propuesto, una vez que las diferentes alturas estén puntualmente señaladas en las columnas.

Pero si se quisiere trazar por menor el perfil de las montañas por donde pasare la nivelacion, habria mas dificultad, porque no se hallarian maderos tan largos que llegaran desde la hondonada hasta la linea del nivel, y así no cabría en este caso la aplicacion del método.

F.2. Propongámonos trazar puntual el perfil de las alturas *D*,*E* y de las hondonadas de entre medias; por el método, se plantará el instrumento en *D*, y apuntará ácia *E* de modo que el encuentro de las hebras dé en el punto de nivel señalado *f* en el estadal, con lo que estará señalada la linea de nivel desde *e* á *f*. Despues se especificará por medio de grandes maderos tan hondo como sea posible de cada lado por el método como aquí hasta los puntos *a*,*b*; y para llegar hasta lo mas hondo y especificar lo demas, se apelará al nivel de agua como pinta el exemplo, baxando desde el punto *a* á los puntos *d*,*e*, y subiendo despues desde *e* al punto *b*; practicando lo propio de altura en altura desde el primer término al último, quedará trazado el perfil individual de toda la nivelacion.

Ya podemos declarar quanto pertenece á las obras que se hacen en los rios, las quales, aunque son por lo dicho antes de construccion, destinos y nombres muy diferentes procuraremos reducir á determinadas y distintas especies.

De las Adiciones.

104 Si es razon dexar á todo un rio madre competente por

fig. 1

C H K I

i k l

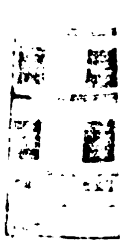
G

m 2. n

H

o

K I



por los motivos que de lo dicho es facil inferir, tampoco se le debe consentir ocupe inutilmente tierras que cultivadas pueden ser de algun producto. Conviene, pues, arrimar quanto cabe á la verdadera madre del rio las tierras adyacentes en todos los parages donde las mantienen separadas ensenadas ó calas inútiles, para cuyo fin sirven las adiciones, las quales dexan al mismo tiempo mas igual, mas limpia y profunda la madre, y por consiguiente mas á propósito para la navegacion. Y como ademas de procurar las adiciones todos estos beneficios, son de quantas obras se hacen en los rios, de las que especificarémos por lo menos, las mas fáciles y acreedoras á que las demos el primer lugar.

Son, pues, segun acabamos de decir, las ensenadas, bocas ó calas, que forma el rio en la tierra de sus márgenes, donde está el agua como remansa, ó tiene mucho menos movimiento que en la madre verdadera: por cuyo motivo depone en ellas arena y otras cosas que acarrea, formando por sí, y sin intervencion de los hombres, bien que con lentitud, bancos que poco á poco los van llenando.

Aunque para quitar al rio por medio de las adiciones alguna porcion de tierra que no necesita, es muy conveniente un mapa donde estén puntualmente señalados los límites de su madre, se podrán conocer tambien sin mapa en las avenidas los parages que el rio cederá sin resistencia, porque son todas aquellas donde entonces las olas son mucho mas pequeñas, y la velocidad del agua menor con mucho que en la verdadera madre. Así se ahorrarán muchos gastos y precaverán daños que suelen ocasionarse quando se hace empeño, las mas veces vano, de conseguirlo con obras muy costosas. El tiempo mas oportuno para estas obras y todas las que se hacen en los rios, es quando cesan las crecientes que se experimentan al deshacerse las nieves; porque las que proceden de las lluvias duran poco, y años hay que el rio consiente lo que en otros no.

105 Las adiciones se pueden hacer á muy poca costa, pero importa mucho saber primero si el agua en las avenidas corte

F.1. re muy veloz en las ensenadas que se han de cegar (Lam. 19); siendo muy necesario esperar un año á fin de reconocer el rio todo este tiempo. Porque supongamos que siendo *A*, *B* los dos parages de la madre donde el rio corre estrechado, queramos ganar la ensenada *FHCDE*, la qual se queda sin agua en tiempo de las aguas baxas. Se plantará de sauces muy arrimados unos á otros la parte *AHC*, una fila desde *G* á *D*, y tambien desde *F* á *A*, si hay rezelo de que corra algun riesgo en las avenidas.

Es muy sencilla, segun se echa de ver, esta obra, sin F.1. embargo hay que hacer acerca de ella algunas prevenciones muy importantes. 1.ª si las filas de sauces se plantasen paralelas á la madre del rio, de nada servirán ni en este ni en los demas casos; 2.ª en *AHC* se plantarán muy apretados los sauces, para precaver que pasando por entre medias el rio forme allí alguna isla, y con el mismo fin las filas de sauces que se plantaren mas allá, se pondrán inclinadas á la madre del rio; 3.ª si el rio corriere violento en las crecientes, se plantarán muy apretadas las filas de sauces, pero estos poco; si el rio corriere sin violencia, no será esto tan necesario.

F.1. 106 La ensenada que se quiere quitar puede ser un brazo del rio que corra por entre la margen y un banco de arena *L*; en este caso se plantarán en la boca *IK*, no sauces, sino piquetes que levanten como pie y medio del suelo, detras de estos piquetes se plantarán filas de sauces, y se esperará á que se junte con la margen.

Pero hágase presente 1.º que si los piquetes levantaren mucho del suelo, ocasionarán chorreras ó caidas de agua, que serán de mucho perjuicio; 2.º si en algun invierno riguroso se helare el agua de entre los piquetes, será muy conveniente romper y quitar el yelo, por rezelo de que al llevársele el agua se lleve tambien los piquetes.

107 Quando el rio no ha formado depósito alguno en la ensenada, lo que es muy comun quando hay enfrente alguna punta de tierra *V*, es forzoso ceñirse á hacer en la margen un

un buen plantío de sauces, alargándole cada año un poco mas, ó contentarse con poner en *L* un buen reparo.

Una vez conseguido el intento de quitar al rio lo que se deseaba, convendrá fortificar, para resguardo, el terreno ganado, plantando en él muchos sauces, por no exponerse á perder en un año lo que costó muchos de trabajo; donde no, el rio recobrará lo perdido, royendo unas tras de otras las camas de arena.

De las Ataguías.

108 Llámase en general ataguía toda obra hidráulica, cuyo destino es contrarestar una agua que intenta desparramarse. Es, pues, el ataguía un cuerpo sólido de tierra, piedra, madera, fagina, de muchos de estos materiales, ó de todos juntos; distinguiéndose unas de otras las ataguías con nombres particulares por razon del material, fin, parage y destino con que se hacen. Porque hay calzadas, espolones, malecones, &c.

Para dar reglas seguras acerca de la construccion de las ataguías, es necesario atender á las tres causas que intentan su ruina 1.º el rozamiento de las aguas con su paramento; 2.º su filtracion de estas; 3.º su empujo. La mala obra de las dos primeras causas se precave mediante la buena eleccion de los materiales, y se ataja el daño de la tercera mediante la forma, el peso y las dimensiones del ataguía.

109 Toda ataguía puede considerarse 1.º como un cuerpo perfectamente continuo que el empujo de las aguas intenta derribar como cortándola por la esquina trasera de su basa que entonces se considera como fixa; cuyo modo de considerar el empujo del agua es muy acertado siempre que se trata de ataguías de fábrica, especialmente despues que el material ha fraguado ó hecho cuerpo; 2.º como un sólido de cimientos indestructibles, pero de resistencia desigual en los diferentes parages de su altura, expuesto á que el agua le parta á rebanadas; por manera que, en este caso se considera el ataguía con respecto á las diferentes cargas de agua que ha de aguan-

tar en los diferentes puntos de su altura; cuyo modo de considerar el conato del agua es muy acertado respecto de las ataguías todas de tierra.

En estas consideraciones han fundado matemáticos de mucha sagacidad, práctica y destreza los cálculos en que se han empeñado para averiguar la construccion mas acertada de las ataguías. Trasladaremos aquí las reglas que han sacado de sus investigaciones, por parecernos de fácil y segura aplicacion; omitiendo todo quanto podria ser inasequible para los lectores que deseamos ilustrar.

De las calzadas.

110 Las ataguías mas sencillas y comunes son las que con nombre de calzadas se construyen para atajar la corriente de un arroyo, de modo que formen sus aguas un estanque ó depósito. Las calzadas y todas las demas ataguías deben construirse con tal arte, que contraresten con exceso suficiente las tres causas, que, segun diximos, procuran su ruina.

Por lo que mira al material, si el destino del estanque fuese suministrar agua á un molino, y hubiese un cauce arrimado á su calzada, lo mas seguro sin duda alguna será hacerla de fábrica, como haya á mano cal y canto. Pero como estas obras, haciéndolas de fábrica, salen muy costosas, especialmente quando por ser el terreno de mala calidad es preciso fundarlas sobre pilotes, lo mas comun es hacerlas de tierra, echándolas del lado del agua un paramento de piedra seca. La tierra debe ser de la misma calidad, con corta diferencia, que la de las praderas, y se desechará con gran cuidado toda tierra blanda y cenagosa que toma escarpa excesiva. Por la misma razon debe desecharse la arena fina; de suerte que la tierra mejor para estas obras y toda casta de repleno será la que tuviere un medio entre los dos extremos expresados; siendo constante que quanto mas compacta, mas tenaz y mas pesada fuere, tanto mejor será. Todas estas circunstancias concurren en la arcilla, y es perfecta la que no tiene mezcla alguna de arena. Pero sea la que fuese la ca-

li-

lidad de la tierra, se echará con igualdad, apisonándola por camas de un pie de grueso cada una quando mas; si estuviese seca, se la mojará ó rociará, á fin de que haga mas pronto su asiento.

111 Aquí hay dos cosas muy importantes que prevenir. 1.ª con el discurso del tiempo suele baxarse la tierra, y conviene saber quanto se baxará, á fin de que despues de concluida el ataguía, se mantenga á la altura necesaria. Quanto pueda baxarse una tierra determinada, se sabrá hincándola verticalmente todo un cilindro hueco de un pie de alto, y seis pulgadas de diámetro; porque si se da tiempo á la tierra del cilindro de secarse, baxará lo que corresponde á su calidad.

2.ª Toda ataguía de tierra pierde de su fuerza á proporcion del agua que dexa trasporar, y por lo mismo importa averiguar la cantidad de agua que puede trasporarse por la tierra del ataguía, pues de esto pende hacerla mas ó menos gruesa. Para esta averiguacion se llena de la tierra propuesta un cañuto de 6 pies de largo, se le pone en el suelo en situacion orizontal, á la una de sus bocas se arrima otro cañuto de menos calibre, vertical y tan alto como el ataguía, se llena de agua el cañuto vertical, reparando quanto tiempo tarda en trasporarse por la tierra del cañuto orizontal.

112 Si la tierra que hubiere á mano careciese de la competente tenacidad para atajar la filtracion del agua, se echará en todo lo que coja de largo la calzada, detras del paramento de piedra seca, un batido de arcilla *ABCD* (Lam. 19) F. 2. metiéndole dos ó tres pies en la tierra natural; se echará otro batido igual al rededor del cauce por donde saliere el agua del estanque. La arcilla ha de estar muy limpia y muy batida, y es muy perjudicial desatarla con exceso. Es de suma importancia dexar que pase algun tiempo antes de introducir el agua en el estanque, despues de concluida la calzada; cuya prevencion deberá tenerse muy presente siempre que hubiere algun rezelo de haber mojado la arcilla con demasía.

F.2. El repleno ó macizo de la calzada no debe asentarse sobre el césped *EF*; conviene arar ó cavar primero el suelo, á fin de que la tierra nueva se trave y forme cuerpo con la antigua. Esta es la razon por que un cauce ó acequia de fábrica al pie de una calzada es mejor que no una canal de madera. Pero quando sea forzoso hacer la canal de madera, ó atravesar un batido de arcilla con un madero, será necesario hacer picaduras en la superficie de la madera.

El paramento de piedra seca del lado interior de la calzada sirve para sostener la tierra, á la qual no suele dexarse toda la escarpa que por sí tomaría, y resguardarla al mismo tiempo del rozamiento del agua ocasionado de su agitacion. Mas sólida sería á la verdad la obra si su paramento interior estuviese á plomo en la direccion de la linea *BC*; pero F.2. con la mira de ahorrar piedra, quando anda escasa, se le levanta retallado como *BOPR*; y casos hay en que se hace un simple paramento. Como quiera, el pie de estos paramentos siempre debe asentarse sobre el suelo firme, ó encima de un enrejado de madera quando el suelo firme está muy hondo. Tambien conviene que las juntas de lecho de F.2. y 3. las piedras del paramento *NF* sean perpendiculares á su linea. Bien es verdad que así el agua podrá introducirse con mas facilidad en la calzada; pero queda compensado este inconveniente mediante la mayor solidez que de aquí le resulta á la obra. Sin embargo la hilada de justas que sirve de cimiento al paramento ha de tener orizontal su lecho, bien que su sobrelecho ha de ser indefectiblemente perpendicular á la escarpa.

113 Si hubiese proporcion de hallar sillarejos de buena calidad y á propósito para labrarlos á picon, esquadrearlos y asentarlos por hiladas iguales, se podrán labrar orizontales F.4. sus lechos y sobrelechos, dexando en cada hilada una zarpa, conforme pinta la figura, la qual tambien demuestra que este paramenro ha de ir guarnecido por detras de sillarejos asentados á hueso; por manera que tenga el parámento dos pies y medio de grueso quando menos. Esta especie de construc-

truccion necesita menos escarpa que la propuesta poco ha., y tiene su peculiar utilidad, especialmente quando la calzada ha de servir de camino, y tiene su cumbre mas ancho del que necesita para resistir el empujo del agua; en todas partes se hallan materiales para este fin.

Al paramento interior y al exterior tambien suele echarse, para mayor fortificacion, una fila de piquetes, detrás de los quales se echan grandes justas, tablones ó faginas; y casos hay donde basta revestir solo de faginas el paramento. Quando el paramento de la calzada no experimenta el choque de corriente alguna, nò requiere tanta solidez como las que se hacen en los rios.

Para dar curso á las aguas sobrantes, una vez que està lleno el estanque, se dexa en cada extremo de la calzada un ladron llamado ladron de rebozo, cuya construccion se inferirá de lo que mas adelante diremos acerca de los azudes, debiéndose arreglar en qualesquiera circunstancias por la rapidez del agua á la qual han de dar salida.

114 Quando la calzada fuere de fábrica, y su paramento estrechamente enlazado con la tierra de atras, se le dará de escarpa un sextavo de su altura, y para precaver los daños que podrian seguirse de ser por extremo agudo el ángulo que forma el lecho de las piedras con su linea quando es mucha su escarpa, se podrán cortar conforme pinta (Lam. 20) la primera de estas dos figuras, y mejor será todavía empotrarlas unas en otras como demuestra la otra figura. Verdad es que se desperdiciará mucha piedra; pero con el fin de remediar este inconveniente sin detrimento de la solidez que proporciona la mucha escarpa, se echan en algunos casos revestidos de sillería cuyas juntas estén á esquadra con la linea del parámento. El único inconveniente que se sigue de esta práctica es, que si la piedra es esponjosa y forma hojas, se le introduce mas el agua, que no quando tiene orizontales sus lechos. Si la calzada fuere de tierra, su perfil será un triángulo rectángulo cuya base será $\frac{1}{2}\frac{3}{4}$ de su altura; y esta escarpa, que no bastaría para tierras abandonadas á sí mis-

F. 1. y 2.

mismas, será suficiente en el caso actual, como la escarpa tenga su revestido de piedra seca, conforme prevenimos. Por lo que mira al paramento trasero, es preciso si no se le echa igual revestido que al interior, darle una escarpa, que, segun en la tierra mas ó menos propensa á escurrirse, varíe desde $\frac{7}{6}$ de su altura hasta el duplo de la misma dimension.

115 Tiene siempre mucha cuenta empedrar el piso de las calzadas, y hacer lomudo el empedrado, á fin de que se escurran las aguas llovedizas; cuidado muy esencial para la duracion de la obra.

Pero como no basta proporcionar el grueso de la calzada al empujo del agua, por ser muy preciso precaverse contra las filtraciones, y ninguna calzada puede rematar en cresta, por lo poco que duraría, es indispensable dar á su cumbre ó anden dos pies de ancho, y la escarpa tendrá todo el aguante que acaso le faltare para contrarestar la fuerza con que está luchando. De aquí se infiere que quando la calzada no hubiere de servir de camino, será escusado hacerla muy ancha por arriba.

Como las calzadas aguantan en medio mayor carga de agua que no en sus extremos, parece que se les debería dar mayor grueso en el parage donde ha de ser mayor su resistencia. Pero como por razon de la buena vista y la comodidad conviene sea igual su ancho en todas partes, se le dará á la calzada en todo lo que coja de largo el grueso que necesitare en la parte mas cargada, sin temer el gasto, porque el repleno cuesta poco en los parages donde ha de ser poca la resistencia.

De los Espolones.

116 Por lo dicho quando tratamos de las adiciones puede conocerse que la verdadera madre de un rio no es toda la zanja natural donde están sus aguas, sino la que ocupa su corriente, pues no son parte de dicha madre las calas y ensenadas, así como no son parte de su corriente los remansos. De esto se infiere que por orilla de un rio entendemos solamente la tierra hasta donde llega el agua de un rio,

rio, sea en tiempo de aguas ordinarias, sea en tiempo de avenidas. En estas orillas, ó en las tierras adyacentes, que son las márgenes del rio, se hacen muchas obras, conocidas con nombre de espolones, todas encaminadas á repararlas, fortificarlas, ó á encaxonar la corriente; dando cada uno de estos tres destinos motivo á consideraciones y reglas particulares.

117 El que quiera construir con entera confianza los espolones, sea el que fuere su destino, ha de atender á la mucha diferencia que va de unas márgenes á otras por razon del material, de su altura y direccion; porque hay márgenes de peña, de arena, de tierra de miga ó arcilla; siendo sin duda alguna las de peña las mas fuertes de todas, á las quales nunca jamas se debe llegar sino dado caso que ocurra plantar encima alguna obra, quando perjudican á la margen de enfrente por el modo con que rechazan ácia ella el agua, ó quando se meten agua dentro por debaxo de su superficie, ocasionando chorreras y bancos: cuyos inconvenientes no se pueden remediar sin quitar la parte de la margen que causa el daño; empeño siempre costoso, y pocas veces posible de conseguir.

Las márgenes de arena, como sea firme, son excelentes, y suelen ser una mezcla de arena, arcilla y cantos de mediano tamaño: quando tienen mucha arena fina y movediza, son malas, y sonlo tambien las márgenes de tierra de miga, y de toda tierra esponjosa, porque al primer embate se las lleva el rio. Las de arcilla son algo mas firmes; sin embargo el agua las va socavando poco á poco á medida que descalza el césped, bien que jamas se lleva grandes pedazos.

Por lo que toca á la altura, quanto mas altas fueren las márgenes, tanto mejores serán, pues servirán de resguardo mas seguro contra las avenidas; pero no han de formar recodos, ni estar socavadas por el pie, cuyos dos defectos harán que sean peligrosas y aun perjudiciales con el tiempo. Es indispensable precaver las ruinas de estas márgenes antes que las mine el rio, plantándolas de arbolillos aquáticos, pero jamas de árboles corpulentos, por ser hecho constante que el agua al correr en tiempos de avenidas por entre ár-

boles corpulentos, socava la tierra de entremedias.

118 En quanto á la direccion de las márgenes, es constante por lo dicho en su lugar que las que son paralelas á la corriente como *mn*, *op* son las que menos padecen (Lam. 20); si fueren curvas como *qn*, *pk*, esta padecerá mas que *qn*, cuya parte deberá llamar la principal atencion. Si alguna punta de tierra v. g. *W* se metiere en el rio á manera de cabo, servirá de resguardo á *mn*, peró perjudicará á *ox*; las puntas no se han de fortificar, porque darán ocasion á muchos recodos. El ángulo entrante *k* es muy peligroso; y si no se quitare, se arruinará toda la márgen *yt*, y *kz* padecerá tambien mucho.

F.4.

De todo lo dicho se infiere que la margen mejor será la que fuere alta, firme y derecha; y la peor la que fuere baxa, movediza, y tuviere recodos.

119 El tiempo mas oportuno para reparar las márgenes es, por lo que enseñan el discurso y la experiencia, antes que las dañe el rio, para lo qual se necesita prudencia y economía. Con esta mira se enderezan las márgenes, se plantan sauces y zarzas espesas, y se fortifican con juncos y césped: cuyos recursos sobre ser de mucho beneficio por la madera que se cria, quebrantan perfectamente el ímpetu del agua. Aun quando en algun invierno riguroso acarreara el rio carámbanos, no podrian estos encetar sus orillas, porque atascándose los primeros en las ramas flexîbles de los sauces, servirian de resguardo contra los que viniesen despues.

120 Pero ya que no se haya precavido el daño, antes de remediarle convendrá saber 1.º de donde proviene; 2.º en que direccion va la corriente á chocar con la márgen; 3.º su calidad de esta; 4.º que porcion se le quiere quitar al rio; 5.º de qué modo convendrá fortificarla.

Las causas del daño pueden ser muchas. Si se dexan mucho tiempo en la orilla del rio barcos ó molinos de barcos, angostarán la madre, y corriendo estrechado el rio socavará y minará el pie de su márgen; si algun uracan ó ayre recio diere en la margen, la desmoronará; si en el fondo del

del agua hubiere algun árbol corpulento, algunas piedras grandes ú otra cosa semejante, ocasionarán olas que socavarán las márgenes; si en una de ellas se hicieren obras que rechacen la corriente ácia la orilla opuesta, le perjudicarán; finalmente si se formare en el rio alguna isla, que le parta en dos brazos, acaso rechazará el uno ácia una de las márgenes. Mientras subsistiere la causa del daño, padecerá la margen, y amenazará ruina; veamos, pues, como se pueden contrarestar todas las expresadas.

121 Se atajará la primera trasladando los barcos adonde no perjudiquen; la segunda se desvanece por sí; la tercera empeña en mas trabajo. Para sacar del fondo del agua fardos muy pesados, se echa mano de dos falúas sobre las quales descansa una viga ó árbol atravesado que se maneja con palancas; cuelga de la viga una cadena, en la qual están afianzadas unas tenazas de suficiente robustez, con las quales se agarran y sacan los fardos. Primero se cargan ó echa lastre en las falúas, de modo que calen quanta agua sea posible: así que los brazos de las tenazas se han introducido por debaxo de la piedra ó fardo que se quiere quitar, se pone tirante quanto cabe la cadena, despues se alijan las falúas, y levantan estas el fardo que pesa mucho menos en el agua que fuera de ella. Si esto no bastare, ó por ser demasiado pesado el fardo, ó por estar muy metido en la arena, se llenará todo al rededor de piedras ó cascajo, hasta que puesto igual el fondo corra sin olas ni brincos el agua. La quarta causa solo se remedia quando se puede obligar á los dueños de la orilla opuesta á derribar las obras que perjudican. De esta causa y de la quinta hablaremos despues mas por extenso.

Por lo que mira á lo segundo, hay tres casos á que atender; porque ó la margen perjudicada es paralela á la madre del rio, ó forma en ella un cabo *W* (Lam. 20), ó metiéndose tierra dentro forma una ensenada *ox*. Sería torpeza grande hacer en los dos primeros casos malecones para resguardo de la margen; en el tercero son necesarios. Quando la ori-

F.4.

orilla corre paralela á la madre del rio, ó forma ensenada, el reparo se reduce á reponer lo que el rio se hubiere llevado, y fortificar la margen para precaver que se lo vuelva á llevar.

Lo tercero pertenece á la naturaleza de la margen con respecto á su altura, quiero decir que es preciso considerar si la ha minado algun estrago hecho poco ha por el rio, si estaba minada de antemano, si conviene dexarla como está, ó será mejor ponerla perpendicular, quitando lo que se mete rio adentro.

Para contrarestar la quarta causa, es indispensable corran con buena armonía los dueños de las márgenes opuestas, concurriendo cada uno por su parte al bien de ambos, y derribando en su margen quanto pueda perjudicar á la del otro, y aun permitiéndole hacer en ella las obras que le puedan ser de algun resguardo, quando no pueda por otro medio alguno conservar la margen que le pertenece.

122 Quando se quiera fortificar la margen, hay que considerar la direccion de la orilla, porque conforme esta varíe, debe ser distinta la obra con que se la fortifique. Convendrá, pues, ver si la margen es perpendicular, si corre paralela á la madre, si se mete en ella á manera de cabo, ó está socavada por el pie formando una como cueva ó contraescarpa.

No hay cosa mas facil que reparar ó fortificar una margen perpendicular, luego que cese de obrar la causa que le perjudica. Porque todo lo que el rio robó puede suplirse con piedras, escombros, &c. ó bastará cegar los hoyos, procurando que el rio vaya llenando lo demas conforme queda antes dicho. Este reparo puede hacerse de una vez ó en muchas, porque como toda la parte *abc* está fuera de la madre del rio (Lam.20), no hay corriente alguna que temer. F.5.

123 Quando no se pueda conseguir que dexe de obrar la causa del daño, se mirará si el agua del rio permanece de contino en el terreno donde se ha introducido, ó si le ocupa á temporadas no mas. En este caso es indispensable hacer un repleno sólido; pero como el agua se lleva sin cesar

la

la arena, el pie de este reparo se pone cavernoso con el tiempo. Por cuyo motivo se plantará desde *a* á *b* (Lam.20) F.5. una fila de robustos piquetes en tiempo de las aguas baxas, que suele ser entre la primavera y el estío, ó entre el otoño y el invierno, de modo que no salgan del agua mas de una quarta, y tengan mucha hinca, porque así durará mas la obra. Se plantarán otros piquetes desde *c* á *d*, desde *e* á *f*, desde *g* á *h*, desde *i* á *k*, cuyas cabezas vayan levantándose ácia la margen, estando las cabezas de los últimos á nivel con ella; desde unos piquetes á otros de cada fila se entretexerán faginas de ramas de sauces, que formarán desde el suelo del rio hasta la superficie del agua uno como tabique. Los huecos de entre estos tabiques se llenarán no de arena, porque el agua se la lleva, sí de piedras, ó grandes escombros, sobre los quales se echará una cama, no de faginas, porque sobre dexar muchos huecos, se gasta tiempo en hacerlas, sí de gruesas ramas de sauces, que cojan desde un tabique á otro, v. gr. desde el tabique *ef* al tabique *gh*, y quanto mas largas fueren estas ramas, tanto mas distantes se podrán plantar los tabiques; sobre esta cama de ramas de sauces se echarán dos pies escasos de tierra, levantando á la misma altura los tabiques; despues se echará otra cama de grandes ramas de sauces, y se proseguirá á este tenor hasta concluir la obra. Mediante las gruesas ramas de sauces que cogen desde un tabique á otro, estos no se vencen con el peso de las piedras y los escombros.

Aquí figuramos todas las maniobras que acabamos de F.6. especificar; *acd*, *cdef* demuestra el hueco entre dos tabiques, donde se ha echado una cama no mas de piedras; *efgh* es otro hueco donde hay ya una cama de gruesas ramas de sauces; *ghik*, otra donde hay muchas; *ikl*, otro hueco donde la segunda cama está ya cubierta de piedras.

124 Las márgenes que se meten rio adentro como *ab*, F.7. se han de fortificar hasta *b* no mas, esto es, solo hasta el punto donde les da la corriente, por el método especificado

do antes. Lo propio digo de las márgenes *de*; si se fortificasen con una contrabatería se seguiría indefectiblemente la ruina de la margen opuesta.

No sucede lo propio con las márgenes que forman boca como *fg*; pues por lo mismo que las salientes forman una como contrabatería con su figura, es indispensable hacer en las entrantes obras sólidas que rechacen el rio, particularmente quando las enviste con toda su fuerza.

125 Las márgenes minadas se pueden fortificar de muchas maneras. Quando son paralelas, basta sostenerlas con una carrera de faginas, pero se han de tomar medidas para que no se escurra la arena, formando un cañizo como *ab*(Lam.20); si la margen fuere saliente ó formare punta, se fortificará del mismo modo. En los climas donde suelen los rios acarrear carámbanos, se planta delante de estos tabiques y cañizos, con el fin de que no los arruinen los carámbanos, una fila de piquetes, hincados muy á plomo y muy bien enlazados unos con otros. Si se ofreciese fostificar una margen minada ó socavada que forma boca en las tierras, no bastará reparar el daño, será necesario hacerle para resguardo una especie de contrafuerte.

F.6.

Los tabiques de faginas tienen la circunstancia de concluirse en poco tiempo, y de quebrantar muy bien el ímpetu del agua mediante la flexîbilidad de sus ramas. Pero la obra que de ellas se hace será mala, y durará poco, si las faginas no estuvieren atadas muy apretadas, y si no se les echare encima bastante arena, particularmente quando los piquetes son muy cortos, y tienen poca hinca. En los parages donde conviene que la margen conserve constantemente una misma altura, no sirve esta obra, porque las faginas hacen asiento cada año.

126 Las márgenes de los rios tambien se fortifican con obras de madera, las quales se construyen plantando una fila de piquetes, y detras de estos, despues de enlazarlos unos con otros por medio de vigas ó abrazaderas de hierro, se planta un tabique de tablas para sujetar las tierras. Para la

la firmeza de este reparo es necesario

1.º Que no haya de un piquete á otro mas de dos ó tres pies de distancia, que tengan mucha hinca, y estén sus cabezas tan altas como la márgen; 2º que las tablas entren algunas pulgadas en el suelo del rio, y junten de modo que la arena no pueda pasar por entremedias. Mucho mejor sería plantar del lado del agua en los piquetes otro tabique de tablas, lo que atajaría mejor sin duda alguna la arena de la margen; y aunque saldria entonces mas costoso el reparo, compensaría su mayor duracion el exceso del gasto; porque cuesta muchísimo trabajo arrancar un piquete vencido, y á todos los empuja incesantemente ácia el rio la tierra de la margen. 3.º Por lo que mira al modo de travar, enlazar y afianzar los piquetes, algunos prácticos suelen abrazarlos con una viga que los coge por medio; pero quedando entonces sin arrimo sus cabezas quedan expuestos á vencerse por arriba: otros cubren con un sombrero las cabezas de todos, abrazando dos ó tres con un travesaño. Pero no hay modo mas acertado de asegurar los piquetes que el que aquí figuramos en *e*,*f*,*g* (Lam. 22). F.1.

Estotra figura demuestra toda la obra. *ab*, *cd* son las vigas abrazaderas, *ef* es la viga exterior de enlaze; los dos piquetes *g*,*h* entran en las muescas de las vigas abrazaderas; *ik* que aguanta toda la fuerza está afianzada en tierra con tres piquetes *l*,*m*,*n*; la viga *ik* es preciso sea mas fuerte que *fe*, á fin de que los pipuetes, y la tierra que la sostienen le proporcionen amparar los piquetes *g*,*h* contra los choques que experimentan. Los diferentes enlaces han de estar en planos distintos, unos altos, otros baxos, alternadamente, conforme va figurado; mediante cuya disposicion los piquetes *l*,*n* sostienen las colas de dos travazones inmediatas. F.2.

127 Los espolones mas dificultosos de construir son sin duda alguna los de fábrica, son tambien los mas costosos, y los mejores de todos; porque no hay medio mas seguro

pa-

para fixar la madre de un rio como encaxonarle entre dos fuertes paredones de buena mampostería revestidos de sillería, asentados sólidamente sobre suelo firme ó pilotes, y tan altos que pasen la mayor altura adonde lleguen las aguas en las mayores avenidas.

Como estos espolones suelen construirse en las márgenes de los rios, donde estos atraviesan alguna Ciudad, ó gran poblacion, suele estar pocas veces su direccion al arbitrio del Arquitecto, porque pende de circunstancias locales, quales son el ancho de las calles inmediatas, la extension de las plazas que conviene hacer ó conservar junto al espolon; á veces pende tambien de lo enterado que está el artífice del fondo ó suelo de la madre del rio, porque suele haber manchas de tierra firme sobre las quales se puede fabricar con mas seguridad y solidez, y á menos costa que no sobre otras de tierra movediza; pero en todas las ocasiones importa hacer quanto cabe los espolones paralelos al filo del agua, porque así experimentan muy poco ó nada el choque de la corriente.

128 Los dos paredones de espolon, que forman la madre ó caxa del rio han de estar á tal distancia uno de otro, que no padezcan sus aguas detencion alguna que las obligue á hincharse; por lo que debe proporcionárseles un paso tan ancho por lo menos como el que tienen en las puentes de mas abaxo, á fin de que pasando tan pronto como se pueda no rebosen por los puertos y las bocas que de intento se dexan en los espolones para salida de las aguas estrañas que van á parar al rio, con lo que no se inundarán las calles de la poblacion.

129 A veces los rios, al atravesar una Ciudad, se dividen en muchos brazos, de los quales el uno mas profundo que los demas sirve para la navegacion en tiempo de las aguas baxas, quando los otros están quasi secos. Pero si hubiese solo un brazo, donde el agua, quando baxa, no basta para la navegacion, se la estrechará con un falso espolon *FAD* (Lam. 19). Y dado caso que el mazizo *FADE* fuese tan grande que inter-

ter-

terceptara el paso á demasiada cantidad de agua en las avenidas, se podrá hacer otro canal *FELI*, y contentarse con un dique *LIAD* (Lam.19).

130 Toda pared de espolon, y en general toda fábrica hecha en agua corriente, que tiene su paramento paralelo al filo del agua, no experimenta daño alguno de su choque; pero padece del rozamiento á que dá lugar el movimiento progresivo de las aguas. Quando su paramento contraresta la corriente, le perjudica tambien el choque de esta. Estas son causas de destruccion que piden se fabriquen los espolones con mucha solidez.

Ademas de padecer los espolones por parte del choque del agua en la circunstancia expresada, aguantan tambien por la parte de atras el empujo de las tierras arrimadas á su paramento interior. Por consiguiente, despues de apreciar el valor de esta última fuerza, es necesario proporcionar el grueso del espolon á la mayor de las dos causas opuestas que intentan derribarle. No basta proporcionarle al exceso que la mayor de las dos lleva á la menor, ya porque las tierras no siempre están arrimadas al paramento trasero de los espolones, ya porque quando lo están obran sin cesar, siendo así que en muchas estaciones el agua solo llega al pie del paredon, en cuyo caso el empujo de las tierras obra todo su efecto, sin que la fuerza del agua le contrareste.

131 Los espolones llevan tambien contrafuertes, en cuyo caso se les dá menos grueso; quando hay perfecta igualdad entre el empujo de las tierras y el de las aguas, la forma de los contrafuertes ha de ser rectángula como *EFCH* (Lam.19); F.6. si el empujo del agua fuese mayor que el de las tierras, su figura ha de ser un trapecio *ILMN*, conforme á la práctica comun; finalmente, quando el empujo de las tierras fuere mayor que el del agua, los contrafuertes se han de hacer á manera de cola de milano como *OPQR*. Por lo que mira á la distancia que ha de haber entre los contrafuertes y su grueso respecto del de los espolones, bue-

no

no será que vuelen respecto del paredon todo lo que coja la basa de este, dar el mismo grueso á la raiz *OR* de la cola de milano, y el duplo á su cabeza *PQ*, y espaciarlos de modo que entre uno y otro quede el duplo de la raiz.

132 Los espolones de fábrica se edifican de diferentes modos segun la resistencia que han de aguantar, y la calidad del terreno donde se han de echar sus cimientos.

F.7. Planta y perfil de un espolon plantado sobre una peña con una almadreña ó suela *AB* de sillería (Lam.19), cuya edificacion es la mas acertada siempre que estas almadreñas han de estar alternadamente al ayre y al agua. El perfil manifiesta como la hilada inferior del paramento va empotrada en las losas de la suela, y la planta está diciendo que las juntas de las losas están cortadas en cola de milano.

F.8. Planta y perfil de la parte inferior de un espolon, con una suela de madera sobre pilotes y con tablestacas (Lam.19). Así se hacen estas obras en terrenos de mediana consistencia. El lintel *A* es sumamente util; sobre que fixa y sujeta la cola de los tablones, precave las degradaciones que los marineros hacen al pie de los espolones con los garfios.

133 Quando el suelo, bien que no de peña, tiene no obstante alguna firmeza, puede bastar una fila sola de pilo-

F.9. tes, como aquí figuramos, donde la suela está empedrada á hueso; porque el empedrado con mezcla de cal y teja molida es por lo comun tan costosa como las losas, por cuyo motivo deben estas preferirse siempre que se quiera hacer el coste de la mezcla.

Si el suelo fuese enteramente malo, sería forzoso multiplicar los pilotes, é hincarlos debaxo de todo el espolon. Algunas veces se hincan tanto de lleno como vacío, con lo que muchos prácticos creen que pueden escusar el recinto de tablestacas. Pero este recinto es el mejor y único medio de resguardar de las socavaciones todo cimiento, y para que sea mas sólido se cortan las tablestacas de modo que

que engargolen unas con otras, cuya práctica las sujeta muchísimo, y supone, para que salga bien, un terreno muy blando. En otros casos se echa doble este recinto, y entonces han de estar encontradas las juntas.

134 En los paises donde hay poca piedra y mucha madera, se estila revestir todos de madera los espolones, cuya edificacion se muestra en esta planta y perfil (Lam.21). Pero quando se echen estos revestidos, 1.º como los maderos cuyas cabezas se ensamblan á espiga suelen, quando las comprime mucho el agua, ú otra causa, rajarse en la direccion de su grueso, conforme señalan las lineas *ab*, será muy del caso abrazar cada uno de sus extremos con una virola de hierro *cd*; 2.º la madera que está alternadamente al ayre y al agua debe pintarse, ó embrear, echando en la mezcla barniz ó betun con el qual se le diere, ingredientes contra los gusanos que roen la madera segun sea su naturaleza y el clima; y será muy provechoso dar una mano de lo mismo á las espigas y á las caxas. Pero siempre que se le quiera dar á un madero, para conservarle, una mano de algun barniz, es preciso esperar á que esté muy seco; donde no, se recalentará y pudrirá por adentro, y se desmoronará de repente una obra que se tuvo por muy segura.

F.1. y 2.

F.3.

F.4.

135 Hemos encargado mucho que á los paredones de espolon se les dé alguna escarpa; pero esto no se puede muchas veces sin derribar algunas casas inmediatas al rio, lo que es de mucho perjuicio. Para precaverle, se ha discurrido dar al parapeto del espolon algun vuelo del lado del rio, mediante lo qual se queda mas ancho sin perjuicio de las casas, y sin necesidad de angostar mas la madre que se ha señalado á la corriente. Con la mira de dar á conocer esta edificacion, sumamente apreciable por todas sus circunstancias, y singularmente por su economía, especificaremos la de dos espolones que hay en París en las márgenes del rio Sena que atraviesa aquella Corte.

F.5. y 6.

Las figuras (Lam. 21) representan el primero, cuyo

 lar-

largo se compone de 34 tramadas de 12 pies 3 pulg. y media cada una de exe á exe; su escocia tiene unos 5 pies de vuelo, algo menor que su altura, y es una porcion de círculo de 4 pies 4 pulgadas de radio, y la cuerda tirada desde el un extremo del arco al otro coge 6 pies. Cada tramada se compone debaxo del cordon de dos carreras de cuñas *E,D*, dirigidas á un centro comun, vértice de un triángulo equilátero de 12 pies, 3 pulg. de lado, habiendo en la carrera superior *E* ocho cuñas, y 7 en la inferior *D*. Debaxo hay una hilada orizontal *C* que remata la escocia, y vuela 6 pulgadas fuera del paredon. Las cuñas *E,D* están aseguradas á derecha é izquierda por dos robustos salmeres *A,B*, uno en cada extremo de cada tramada, y asentados uno encima de otro á manera de cuñas encontradas. El primero *A* es de dos trozos iguales que forman la misma altura de hilada, y el segundo *B* al contrario es de dos hiladas, siendo la superior de solo un trozo, y la inferior de dos. En estos dos salmeres, de los quales cada uno tiene por abaxo tres pies de ancho, estriba toda la firmeza de esta edificacion.

136 Despues de edificado por el método ordinario el paredon con sus gruesos y escarpas correspondientes, y levantado hasta el arranque de la escocia ideada, se asentó 1.º la primer hilada orizontal *C*; 2.º los salmeres *B* de cada tramada á la distancia de 12 pies 3 pulg. de exe á exe, siendo cada uno de dos hiladas, y la una de dos trozos; 3.º las cuñas *D*; 4.º los salmeres superiores *A*, partido cada uno perpendicularmente por medio.

Con el fin de que el salmer *A*, en el qual estriba toda la firmeza de la fábrica, tuviese todo el aguante posible, se le dieron como unos 7 pies de largo, esto es, la mayor entrega que cupo en las tierras, y 17 pulgadas de alto; echóse despues una fuerte abrazadera de hierro *G*, F.6. (Lam. 21) unas 7 ú 8 pulgadas distante de su extremo, la qual abraza la hilada superior del salmer *B*; y con la mira de darle tambien al salmer *B* quanta firmeza cupiese,

se

se aseguró su cola con un robusto tirante *H* de dos piernas, de 9 pies de largo, acodillado en su extremo *I*. La figura demuestra uno de estos tirantes, y como está puesto en el grueso del paredon para contrarestar la romana del salmer *B*, y por lo mismo la del salmer *A*, pues los dos componen, mediante la abrazadera G un solo salmer. F.6.

Despues de asegurados los salmeres *A* en todo lo que cogía de largo el espolon, solo faltaba asentar las cuñas *E*, cuya cabeza sujetaron bastante el corte de los salmeres y la cola de los sillarejos.

Repárase que las cuñas *D*, *E*, sobre tener sus cortes dirigidos á un centro comun, igualmente que los salmeres *A*, *B*, llevan en sus cabezas un corto saltacaballo dirigido al centro de la escocia, conforme demuestra el perfil. F.6.

Es tambien de reparar que la abrazadera G, y el tirante *H* de dos piernas tienen todo su grueso empotrado en la parte superior de los salmeres *A*,*B* y van colocados, mediante una roza á esquadra en los lados obliquos de los salmeres. Esta figura, que demuestra de cara el tirante G con sus dos piernas figuradas con lineas ocultas, manifiesta la direccion de las rozas. F.5.

Para rematar el espolon, se echó encima de este arco voladizo el cordon *K*, y despues el parapeto *F*; llenóse de tierra la altura que se quiso dar al pretil, y ultimamente se empedró. Las figuras hacen muy patentes la proporcion y disposicion de todas las partes de esta fábrica, que por parte alguna ha flaqueado en mas de cien años que van desde que se edificó:

137 El otro espolon (Lam.21) se fabricó habrá unos setenta años; y como fuese muy angosto, se hizo indispensable darle algun vuelo del lado del rio, pero se siguió en su edificacion otro método que en la del antecedente. F.7. y 8.

La curva de la escocia que remata este espolon es mucho mas prolongada, sin que por eso tenga mas vuelo; fabricóse tambien por tramadas de 12 pies 3 pulgadas de

medio á medio de los salmeres; en lugar de dos carreras de cuñas lleva una no mas, ó por lo menos las segundas están prolongadas en buena trabazon (Lam. 21) con las primeras hasta debaxo del cordon. Su escocia sienta sobre uno como talon coronado de un plinto *P*, siendo ademas de esto orizontal su primer carrera *O*; en el extremo de cada tramada hay solo un corpulento salmer *MM* que coge la altura de las tres hiladas. Las colas ó entregas de los sillares que forman el dentellado voladizo no están afianzadas con tirantes; tuvose por mas acertado hacer debaxo de una parte del espolon una especie de plataforma de muchas hiladas de justas *T* muy bien engrapadas, formando como un encadenado que contraresta potentemente la romana de los sillares voladizos á la parte del rio. Las figuras hacen tan patente esta edificacion, que tenemos por escusado individualizarla.

F. 7. y 8.

138 El que considerare con atencion la fábrica de los dos espolones, echará de ver que la del primero cuyas carreras de cuñas, igualmente que los salmeres, son de dos piezas, es inferior á la del segundo, cuyas cuñas y los salmeres tambien son de una sola pieza. Las hiladas de justas engrapadas para sujetar todas las cuñas, deben preferirse á los tirantes que solo sujetan los salmeres. La edificacion del primer espolon es mas docta, menos costosa, tiene mas valentía, y una curva mas vistosa; pero la del segundo es sin duda alguna mas sólida, y mas duradera, por ser mayor la trabazon de las diferentes partes de la obra.

De las Estacadas.

139 Las estacadas vienen á ser unos espolones de fagina, cuyo destino es resguardar las orillas del rio. Por consiguiente quanto dexamos dicho del sitio y direccion de los paredones de espolon se aplica á las estacadas ó revestidos de fagina que se echan á las márgenes para su conservacion. Por lo que mira á su aguante, mas pende de su contextura, que no de su peso, porque no es su ofi-

oficio resistir peso ni empujo alguno, sí resguardar solamente, por lo que no es facil de señalar su grueso.

140 Las estacadas permanentes, que se plantan en los rios algo caudalosos, suelen tener por la parte de arriba 9 pies de grueso, regulándose lo demas por la escarpa que se quiera dar á su paramento exterior; es práctica corriente dársela igual á su altura, ó vez y media lo que cogen de alto.

Para que sea sólida esta obra ha de ir arraigada con raigones, de los quales los unos se parecen á los estribos de las puentes *A*, y los otros parecen botareles (Lam.22); las faginas de su pie, esto es, las primeras que se echan han de estar paralelas al paramento (Lam.23), las de encima *DD* se asientan á esquadra sobre las primeras, y finalmente el cascajo que se echa sobre cada tongada se ha de sujetar con aros entretexidos alrededor de robustos piquetes, plantándolos de modo que cojan dos faginas por lo menos.

F.3.

F.6. 7,8.

141 Si el raigon de una estacada se hubiese de echar en la punta de una isla, y lo estorbase algun edificio *B* (Lam. 24), sería indispensable plantar una fila de piquetes en la linea del paramento de la fundacion antes de botarla al agua, cuya fila sería de mucho beneficio aun para los casos ordinarios; porque coronándola con algunos sombreros, y mediante algunos maderos que por el un extremo descansasen sobre los sombreros, y por el otro en la margen del rio, podría mantenerse flotante la punta de la fundacion todo el tiempo que fuese menester. Téngase por principio incontrastable, que ningun facultativo puede hacer sólidas las estacadas como no esté en su mano disponer de las primeras carreras de fagina, de modo que no se vayan á pique sino succesivamente y á medida que están concluidas.

F.1.

142 Quando la madre del rio en el parage donde se ha de plantar la estacada, es mucho mas honda que las excavaciones donde se han de plantar los raigones, no puede me-

menos de quedar algun hueco debaxo del revestido de fagina, al qual es preciso doblar para que se acomode con estas diferentes profundidades. Se remediará este inconveniente arando muy á nivel el suelo del rio en dicho parage, echando allí á pique un cimiento de fagina *ABCD* (Lam. 24) de modo que su cara superior esté ras con ras con el suelo de las excavaciones *AEHI*, *FNLD* que han de recibir los raigones, cuyo cimiento se asegurará despues en el suelo del rio mechándole con pilotes maceados á rebote, y hecho esto se colocarán las faginas á lo acostumbrado, pero con mayor facilidad, porque la obra se irá haciendo siempre á nivel. Será de suma importancia asegurar sus dos cabos haciendo dos lenguas *M*, *O* que formarán dos bancos de tierra. La primera de estas figuras demuestra un paredon de fagina construido sin cimiento, y la segunda un revestido sencillo (Lam. 24).

F.2. y 3.

F.4. y 5.

143 Antes de pasar á otro asunto propondremos brevemente algunos medios mas sencillos que los propuestos para resguardar de las socavaciones las márgenes de un rio ó arroyo. La práctica mas general es plantar á lo largo y al pie de la orilla que se quiere conservar sauces enanos y mimbres, cuyo recurso, muy útil á la verdad para el que le usa, es muy perjudicial para el dueño de la margen opuesta. Quando este hace lo mismo por su parte, como sucede comunmente, todo el daño es para el público; porque angostándose con estas obras la madre del rio, se inundan á la menor avenida las heredades de mas arriba, y se rompen las aguas nueva madre, originándose de aquí muchas socavaciones y quimeras.

Será muy acertado para precaver estos inconvenientes fixar la madre del rio en virtud del reconocimiento de los parages, y de informes puntuales acerca de sus crecientes; mandar despues que se dén dos pies de escarpa por pie de altura á las orillas, obligando á los riveriegos á mantener estas escarpas enfrente de su heredad. La figura sola manifiesta bastante quan fácil es reparar la degradacion de la escarpa *H*, y que sería imposible remediar la zapa *G*, de la qual

qual se ha de seguir poco despues la ruina de toda la mole *GHI* (Lam.22). F.4.

De los Malecones.

144 El destino de los malecones que se construyen en los rios es angostar su madre para hacerlos navegables, ó, lo que es mas comun, para aprovechar el agua en beneficio de un molino.

El mas sencillo de estos malecones es el que se hace entre dos islas como *AB* (Lam.24). Por ser poco ancha la boca *FG* del brazo *FGHI* tiene que hincharse el agua principalmente en el brazo *DCE*, y aun mas arriba, mediante lo qual puede andar el molino *C*; por manera que si la orilla *G* fuese blanda, y facil por lo mismo de robar, la boca *FG* se ensancharía en muy poco tiempo, y quedaría enteramente inutil la obra *AB*. F.6.

145 Los malecones como *PQ* (Lam.24) que se hacen en muchos rios navegables, tienen el mismo inconveniente; siendo este el motivo por que los molineros los van alargando mas y mas. F.7.

Aunque defectuosos estos malecones por razon del fin con que se construyen, y perjudiciales á la navegacion; sin embargo, porque se hacen muchos, y el modo de construirlos que vamos á proponer puede adaptarse á otras especies de ataguías, particularmente á los que se hacen en los arroyos y rios de poco caudal que no sufren navegacion, nos detendremos á hablar de ellos con alguna individualidad.

La mayor parte de estas ataguías se componen de dos filas de pilotes toscos, espaciados tanto de lleno como vacío. Cada fila lleva un sombrero ensamblado ó clavado solamente á los pilotes; y despues de cavar un pie todo el hueco de entre los pilotes, se llena de sillarejos del pais (Lam. 24), colocándolos ordenadamente por mano, inmediatos á los pilotes, y la hilada superior á manera de empedrado. En algunos casos se escusan los sombreros y se echa la piedra á manera de piedra perdida sin sentarla por mano; entonces los pilotes suelen tener 4 ó 5 pulg. F.8.

de diámetro no mas, y se hincan con maza tanto de lleno como vacío. En otros casos se hacen estas ataguías con menos cuidado todavía; pero estas obras de poca consideracion no merecen detenernos.

146 Los paramentos de los grandes malecones podrán hacerse á escarpa con arreglo á lo dicho antes, inclinando por lo mismo una ácia otra las dos filas de pilotes. Pero para los malecones ordinarios basta lo que acabamos de proponer, ó, si se les quiere dar mayor firmeza, lo que demuestra la figura (Lam. 24); el un costado es de tablestacas hincadas junto á pilotes esquadreados, y el otro es un simple vanage arrimado á pilotes rollizos. Esta última construccion, aunque menos sólida que la primera, es por lo regular mas que suficiente. Algunos arquitectos se contentan con guarnecer el paramento trasero de los pilotes con salchichones, faginas, y tambien con cañizos.

F.9.

Los travesaños *CD* ensamblados á cola de milano con los sombreros son mejores que no los travesaños de vuelo *EF*, ya porque dan mas facilidad para poner su parte superior ras con ras con la superficie del empedrado, ya porque, sobre agarrarse los barcos á los vuelos, están estos expuestos á pudrirse.

Bastaría sin duda alguna llenar estas ataguías de buena tierra de miga, y no hay duda en que al principio atajarian mejor el agua, pero con el discurso del tiempo necesitarian de muchos mas reparos; por lo que vale mas llenarlas de piedra y cascajo, y esta es la práctica mas comun.

El empedrado superior se hace comunmente á hueso con rocallas de la misma piedra metidas á golpes en las mismas juntas, llenando despues los huecos de cascajo; pero si se hiciera de repente este empedrado sobre lecho de arena, llenando de lo mismo las juntas, muy pronto las escarbaría el agua, y se llevaría el empedrado. Como el agua que suele pasar por encima de estos malecones no cae desde muy alto, no pide la construccion de su parte superior tan-

tanto cuidado como las azudes que cierran el rio de una orilla á otra, de las quales se hablará mas adelante.

147 La resistencia de los pilotes y de las tablestacas ó faginas que forman los paramentos de los malecones suple con exceso la poca trabazon que hay entre las piedras de su repleno. Se les dará por consiguiente el mismo grueso que si fuesen de fábrica, atendiendo solamente al exceso con que las aguas empujan el un paramento mas que el otro.

148 Por ser la cabeza *P* del malecon (Lam. 24) la parte que mas padece, debe construirse con mas solidez que su cuerpo, revistiéndola tambien de piedra de sillería; lo esencial está en darle una figura en la qual tenga el agua poca presa. (Lam. 23). Sea *Bb* la basa del malecon, en cuyo medio supondremos levantada la perpendicular *AD*; el empeño está en construir sobre la basa *Bb* un trapecio *BSsb* de altura dada *AD*, y formado de dos partes iguales y semejantes *BSAD*, *bsAD*, el qual experimente por parte del agua menos impulso que otro qualquiera de igual basa y altura, tambien dividido en dos partes iguales y semejantes por el exe *AD*. Para lo qual damos la siguiente

F. 7.
F. 11.

Regla. Si *AD* fuere igual con *BD*, la punta del malecon será un triángulo isósceles, cuyos ángulos de la basa serán de 45 grados cada uno; si *BD* fuese mayor que *AD*, la punta del malecon será un trapecio *BSsb*, cuyos ángulos *Bcb* de la basa *B* y *b* serán de 45 grados cada uno; finalmente, si fuese *DB* menor que *AD*, la cabeza del malecon será un triángulo isósceles *BAb*. Y como está al arbitrio del arquitecto dar á la punta del malecon la salida que quiera, ó dar á las lineas *AD*, *BD* la proporcion que quiera respecto una de otra, y tiene por otra parte que repartir con igualdad el choque del agua entre todos los puntos de la cabeza del malecon, síguese que su figura mas acertada para el intento es la de un triángulo rectángulo isósceles *BAb*. Pero si el rio acarreare alguna vez carámbanos, convendrá fortificar con hierro el ángulo *A*, suavizando

en

en qualesquiera circunstancias los ángulos *B*,*b* de la basa, á fin de encaminar con mas facilidad el agua á lo largo del paramento del malecon.

F.10. Si el paramento *BH* (Lam. 24) del malecon formare con la direccion de la corriente un ángulo qualquiera; para determinar la figura de su cabeza se tirará la *Bb* perpendicular á la *BH*, y sobre la basa *Bb* se formará un triángulo *BAb*, cuyo lado *Ab* sea paralelo al filo del agua; mediante lo qual todo su impulso recaerá en *AB*, y será este tanto menor, quanto mas agudo fuere el ángulo *A*.

F.1. 149 Quanto acabamos de decir acerca de la figura y situacion de las cabezas de los malecones, se aplica á los malecones que se hacen en las proas de las islas; los que se hacen en su popa *T* (Lam.26) dan mas cuidado por lo dificultoso que es de determinar su figura atendida la desigualdad con que los choca el agua. Porque como el malecon *A* divide las aguas, las adyacentes al espolon *T* no tienen velocidad de traslacion, son mansas en todo el trecho *XZY*. Las aguas inmediatas que vienen á chocar con ellas, las tienen, mediante este choque, como detenidas, y hacen respecto de ellas el mismo oficio que las paredes de un vaso respecto del agua que contiene. Pero como estas paredes no son puntos inmobles, antes al contrario se mudan con el movimiento progresivo de las aguas, hay una accion y reaccion continuas entre el choque de las aguas corrientes y la presion del agua mansa; y no siendo posible que estas dos fuerzas se mantengan constantemente en perfecto equilibrio, es forzoso que de su oposicion y lucha resulten movimientos ácia todas direcciones, y en toda la altura del agua. De aquí proviene el ser dificultosísimo de señalar á punto fixo la figura que se ha de dar á la proa del malecon para precaver el daño que estos movimientos pueden ocasionar, sobre cuyo punto solo las circunstancias particulares pueden dar alguna luz. Pero sea la que fuere esta figura, los ángulos de la basa han de ser tan romos como se pueda, ya porque tendrán mas aguante,

te, ya porque no darán tanto lugar á que el agua forme remolinos.

De las Lenguas.

150 Las lenguas son ataguías como cabos de estacadas *AB*, *CD*, *EF* (Lam. 25), que se meten rio adentro, cuyo destino es enderezar el curso de un rio, de modo que vuelva por sí á su primer estado, destruyendo los bancos de tierra, y llenando los socavamientos que hubiere formado la irregularidad de la corriente. No son, pues, estas ataguías obras permanentes, siendo constante que si despues de conseguido el fin con que se hacen, se dexaran subsistir, los inconvenientes que por su medio se hubiesen remediado en la una orilla no tardarian en experimentarse en la opuesta, por cuyo motivo se han buscado medios de lograr el fin sin hacer á mucha costa obras cuya demolicion ocasione nuevos gastos; y así basta á veces echar á pique un barco viejo, que se va sacando á pedazos luego despues de conseguido el intento. F. 2.

Hay otro motivo mas para que sea la obra de estas ataguías tan ligera como permita la altura y rapidez de la corriente; y es que quasi siempre van mudando las circunstancias al paso que la lengua va obrando su efecto; y mudan tanto mas pronto, quanto mas se va logrando el fin. Para estos casos son muy socorridas las lenguas portátiles, ó de quita y pon.

151 Estas lenguas se pueden hacer de dos maneras, ó con cestones, ó con un cuerpo de faginas que se echa á pique donde es menester, cargándole de piedras, el qual se sube despues arriba, quitando las piedras, y atando á lo largo de su pie pipas vacías y bien tapadas que se echan á fondo por medio de cabrestantes y poleas fixas firmemente afianzadas en el mismo cuerpo de faginas.

152 Tambien se hacen las lenguas de cestones que son cestos de mimbres, cuya cabeza, ó parte superior tiene la forma de un cilindro: se llenan de espinas, y despues se echan al agua para quebrantar el ímpetu de la corriente.

Los

Los cestones mayores suelen tener 12 pies de alto y 8 de diámetro (Lam. 22); variando su corpulencia segun la fuerza de las corrientes, pues se viene á los ojos que se necesitan mas corpulentos y de mayor aguante quando es mucha la fuerza de la corriente, y mas delgados quando fuere menor. Todo ceston se echa al agua cabeza abaxo, quiero decir ácia abaxo el extremo mas grueso, siendo bastante delgadas y flexîbles las ramas por el otro extremo á fin de poderlas atar unas con otras. Hecho que esté el ceston, se rellena de zarzas, abrojos &c. y por rezelo de que se le lleve el agua, se le asegura con dos ó tres piquetes que le atraviesan oblicuamente. Sirven, conforme se ha dicho, estas lenguas portátiles en los parages donde una corriente ó una chorrera de agua cava la madre del rio, ó se dirige su corriente con ímpetu á la margen. El punto está en conocer quando pueden ser provechosas.

F.5. F.6.

153 Para sacar de los cestones todo el beneficio que cabe, es indispensable enterarse de el terreno y de las demas circunstancias. Es sin embargo punto esencial colocarlos de manera que quebranten quanto cabe el ímpetu del agua, dividan su filo, é impidan que roa orillas ó suelo. El daño de la chorrera se precave con cestones plantados unos al lado de otros, de modo que tengan sus asientos de cara al agua, estén arrimadas unas á otras sus cabezas. Con todo, es menester confesar que no hay lenguas mejores que las de fagina, una vez estén liadas muy apretadas; se juntan y enlazan varias fuera del agua, y despues se echan al agua en el parage donde se necesitan.

154 Pero quando por ser mucha ó poca la altura del agua, quando por su rapidez ú otras circunstancias no sirven las lenguas portátiles, ó quando el efecto que de esta obra se espera no puede lograrse en muchos años, entonces es forzoso hacer una lengua permanente, proporcionando su solidez al tiempo que se presume habrá de durar.

Las lenguas permanentes mas sencillas y comunes se com-

componen de una ringlera de pilotes hincados con campanilla, revistiéndolas, segun práctica general, del lado de agua arriba, con un tabique de tablas, ó solo con cañizos. Si la corriente fuese muy rápida, se hincará detras de la primer ringlera otra; pero si el rio no corriere muy veloz, bastará arrimar al tabique ó cañizo una ó muchas filas de cestones llenos de piedra ó guijo, mechados cada uno con un piquete para asegurarle donde se quiera.

155 Por lo que mira á las lenguas que requieren mayor solidez, acúdase á lo que dexamos dicho antes de ahora acerca de las estacadas, pues no hay diferencia alguna esencial entre la construccion de las estacadas y la de las lenguas.

156 Tambien se pueden hacer lenguas muy acomodadas y sólidas con cabras de carpintería, las quales puede plantar el arquitecto inmediatas ó apartadas unas de otras, á fin de dar á la lengua una resistencia proporcionada al empujo que ha de aguantar. Estas cabras siempre se colocan de modo que su lomo *AB* (Lam.25) esté agua arriba, F.3. sobre cuyo lomo se planta el tabique de tablas y los cañizos que han de formar el paramento de la lengua, al qual se dá mas ó menos escarpa, segun los casos, alargando ó acortando los pies *CB*, *DB*, hincando mas ó menos la cola *A*, ó finalmente aplicando sobre el lomo *AB* aforros mas gruesos por un cabo que por otro. Tienen estas lenguas la apreciable ventaja de que, por estar sueltas todas las piezas de que se componen, se les puede dar la direccion y encorvadura que mas haga al caso, y mudar una y otra siempre que sea necesario.

Aunque estas lenguas llevan mucha ventaja á todas las demas, varían tanto las circunstancias, que no hay género alguno de construccion que no pueda hacer al intento. Por cuyo motivo declararemos la forma mas adequada para las lenguas permanentes.

157 Por de contado es perjudicial hacer el pie *A* de la lengua tan alta como su punta *B* (Lam.25), porque interceptaría F.2. tan-

tanta agua en las avenidas, que no podrian menos de seguirse muchos daños. Verdad es que toda lengua construida de este modo arrasará en mucho menos tiempo el banco de tierra G; pero siendo mucho mejor dilatar algun tiempo el efecto que se espera de la lengua, que no dar lugar á los estragos que podrian hacer las aguas demasiado oprimidas, será práctica muy acertada hacer escarpada la parte superior de estas ataguías, mediante lo qual obrarán en todo tiempo su efecto sin angostar demasiado la madre del rio. Se viene á los ojos, que sobre ser mucha impertinencia construir una lengua á manera de pirámide triangular, como *EF*, sería de temer que el agua royera en poco tiempo la punta *F*, y la arista *EF*.

158 Si por razon del rumbo que se quiera seguir en la construccion de la lengua, importara determinar primero su grueso, no habrá necesidad de atender en esta determinacion al empujo del agua, porque subiendo esta á la misma altura en ambos lados de la lengua, es igual, y por lo mismo ninguno, el empujo del fluido en cada uno: deberá atenderse únicamente al impulso del agua para señalar el grueso de la lengua, y se determinará por los métodos antes expresados.

F.4. 159 Por no correr paralelos los diferentes filetes de agua que van á chocar con una lengua *AMB* (Lam.25) adyacente á la orilla *AO*, ni todos con la misma velocidad en todo el trecho *AF* que corresponde á la obra; y porque los mas distantes de *AO* corren acaso con la velocidad máxîma, sería muy conveniente saber qué curva ha de formar la planta del ataguía, á fin de que todos los puntos de la obra experimentasen impulsos iguales. No tendrá dificultad alguna esta determinacion siempre que se sepa por medio de experimentos inmediatos por qué grados varía la velocidad de los diferentes filetes que van á chocar con *AMB*. Se echa de ver que será facil dar á la planta de la lengua, sea la que fuere su direccion, la figura de la curva, porque está al arbitrio del arquitecto guiarla por un punto qual-

qualquiera *B*, lo qual tiene mucha cuenta, especialmente quando le dá inmediatamente la corriente, y esto sucede siempre que el ángulo *HAM* es muy obtuso. Pero si delante del ataguía se formare algun remanso, importará poco que sea la que se quisiere su planta de ella, por lo menos despues de levantada.

160 La direccion de la lengua ha de ser varia segun sean los socavamientos que se intenta llenar, los bancos que ocurra quitar. Los diferentes grados de velocidad que sobrevienen á las aguas de un rio al paso que crecen ó menguan, las mudanzas de esta velocidad, y las que experimenta la direccion de la corriente, que choca no solo con la lengua, mas tambien con el remanso prismático, que por lo regular se forma delante de la lengua, ó con el remanso piramidal que se forma allí mismo quando la cumbre del ataguía tiene declivio, y otros muchos incidentes que de un instante para otro se reparan unos despues de otros, son otras tantas circunstancias que hacen dificultosísima de determinar en general la direccion de las lenguas. Nos ceñiremos por lo mismo á proponer algunos principios generales que la experiencia ha confirmado, y será necesario combinar segun las ocurrencias.

1.º El efecto de una lengua pende principalmente de la velocidad de la corriente, y del poco hueco que se dexa entre la punta de la obra y la orilla opuesta; por manera que el ángulo de la lengua con la margen donde va arraigada, es en los mas de los casos un punto menos importante de lo que comunmente se cree. Lo probaremos respecto de una lengua cuyo destino suponemos sea cegar una excavacion por medio de los depósitos que dexa el remanso.

161 Sea *AB* una lengua (Lam.25) plantada perpendicularmente á la orilla *CD*; el remanso *CBDA* que ocasiona permanecerá con corta diferencia el mismo, aunque varíe la direccion de la lengua, con tal que su cabeza permanezca constantemente en el punto *B*, y su cuerpo no salga del es- F.5.

espacio *CBDA*. Sucederá sí que el remanso menguará del lado adonde se hubiere trasladado el raigon *A*, y crecerá del otro lado, por manera que todo el remanso estará en la parte de arriba de la lengua, si se plantare en la direccion *BD*; y estará al contrario en la parte de abaxo, si se plantare en la direccion *CB*. Pero si se le diese á la lengua la direccion *GB* ácia fuera del remanso *CBDA*, tomaría este del lado del ataguía el incremento triangular *CGB*, y padecería probablemente algun decremento á lo largo de la linea *BD*, porque la corriente tomaría un rumbo mas derecho ácia allá. No parece que de dar á la lengua la direccion *BH* pueda seguirse en las inmediaciones de *BC* el mismo efecto, que de plantarla en *GB* se seguirian en las inmediaciones de *CD*.

Si el destino de la lengua fuese arrasar un banco formado en algun parage entre *F* y *L*, se le podría dar á la lengua la que se quisiere de las tres direcciones *CB*, *AB* ó *BD*; porque el paramento *CB* del remanso á que dá motivo la lengua *AB* ó la lengua *BD* encaminará indefectiblemente la corriente ácia la orilla *FL*, del mismo modo con corta diferencia, que la encaminaría la misma lengua plantada en *BD*.

F.6. 162 2.º Quando el remanso que ocasiona una lengua *EG* (Lam. 25) puede cubrir toda la excavacion que se quiere cegar, y no es por otra parte muy profundo el rio ácia el medio del hoyo, vale mas una lengua sola *EG*, que no dos *HI*, *LM*, ya porque las dos costarían indefectiblemente mas, ya porque darian lugar á bancos *O*, *N*, *P*, *Q* fuera de la excavacion que se quisiese cegar. Si la lengua *EG* no pudiera ocasionar un remanso de tanta extension como la excavacion *HELG*, sería preciso, en lugar de la lengua *EG*, construir otras dos pequeñas *hi*, *lm*; lo yerran, pues, los que para cegar una excavacion hacen dos lenguas, una en cada lado del mismo hoyo.

3.º Sea la que fuere la direccion de una lengua *AB*

F.7. (Lam. 25), solo podrá quitar un banco que forme un ángu-

gulo saliente *D*: si el banco fuese prolongado como *HI*, una lengua *EL* (Lam.25) que reduxera el rio á un canal angosto á lo largo del banco, sería la mejor de todas para arrasarle, cuyo efecto podria acelerarse levantando á lo largo de su paramento pequeños contrafuertes G, los quales echarian el agua á manera de chorreras ácia el banco. Si no se sacase tanto beneficio de estos contrafuertes, podrian bastar dos lenguas *AB*, *CD*, con tal que no estuviesen muy apartadas una de otra, porque entonces el paramento *BD* del remanso entremedias de las lenguas no podria menos de obrar el mismo efecto que una lengua plantada en la direccion *BD*.

F.7.

F.8.

Es muy del caso abrir zanjas en diferentes direcciones en los bancos que se intenta quitar, cuyas zanjas se demuestran en las figuras (Lam. 25), y tambien tiene mucha cuenta arar el banco siempre que lo consienta la poca altura del agua.

F.7, 8, 9 10,y 11.

Aquí demostramos diferentes especies de lenguas, de las quáles cada una tiene su utilidad particular; porque se nota tanta diferencia en la velocidad de los rios, y particularmente en la consistencia de sus orillas, que las obras conducentes para unos no sirven para otros. Este es el motivo por que la direccion de las lenguas solo pueden acertarla hombres de mucha experiencia en esta casta de obras, y que tengan muy particular conocimiento del rio donde se han de construir.

F.9, 10.

De los Diques.

163 Los diques son ataguías de tierra que á manera de antemurales resguardan de las inundaciones los campos. No hay duda en que este fin tambien se lograría con paredones de espolon; pero serían estos tan pesados por la mucha altura y cuerpo que debería dárseles, que se hundirían, y al hundirse se resquebrajarían; fuera de que, especialmente en la orilla del mar, el ímpetu de las olas los descarna, y si se les diera bastante solidéz para resistir este enemigo, saldrían por extremo costosos.

L Si-

Síguense tambien muchos inconvenientes de hacer de madera los diques; porque sí para ahorrar gasto se hacen endebles, duran poco; y si se construyen tan robustos como conviene, son de muchísimo coste, y estan expuestos á que se los lleve el agua.

164 Por estos motivos se hacen de tierra los diques; pero sean de lo que fueren, hay quatro cosas que considerar en todo dique, es á saber, la cumbre, los dos costados y su direccion.

El anden ó la cumbre del dique ha de pasar la altura de las aguas mas altas, para lo qual se preguntará á los naturales del pais hasta donde ha llegado el agua en las mayores avenidas de que tengan noticia ó memoria, lo que suele señalarse en algun arbol, pared, &c. Despues se determinará con el nivel la altura del dique en el sitio donde se ha de levantar, dándole un pie mas de alto por causa de las olas. Toda la fuerza del anden está en su ancho, pues quanto mas ancho sea, tanto mayor fuerza resistirá; si el anden hubiere de servir de camino, se le dará el ancho competente que á su tiempo diremos.

A todo dique de tierra debe dársele del lado de las tierras una escarpa de basa igual á su altura, ó que forme con el orizonte un ángulo de 45 grados, cuya escarpa es suficiente quando la tierra que hay detrás del dique va subiendo, es de buena calidad la del dique mismo, y no tiene que resistir los embates de corrientes encontradas. Pero siempre que, sobre faltar algunas de estas circunstancias, fuese de mala calidad la tierra del dique, se le darán dos pies de asiento por cada pie de altura.

Del lado del agua ha de llevar tambien su escarpa el dique. Porque se viene á los ojos que chocando con él oblicuamente el agua le perjudicará menos que si le diere perpendicularmente, lo que sucedería si fuese recta su frente. Las partes que forman esta escarpa han de ser muy fuertes para que no las roa el agua, pues en llegando el agua á calar el ataguía se ablanda y desmorona indefectiblemente.

En

165 En algunos casos basta hacer el dique de tierra muy apisonada cama por cama, plantándola de céspedes por la parte de tierra, y echándole del lado del agua un revestido de piedra (Lam. 23) de marco regular ó de piedra seca. Y porque estos revestidos expuestos al choque del agua corriente padecen mas que los de las ataguías de que antes se habló, conviene darles una escarpa, y fortificarlos con faxas *AB* de sillarejo escogido, de los quales se harán tambien las hiladas inferior *AA*, y superior *BB*. F.1. F.1.

Suele echarse tambien al pie de las tierras para su resguardo una fila de pilotes, ó una citara. Se echa de ver que la citara es una obra añadida al pie de una pared de espolon &c. despues de concluida; siendo así que la almadreña es obra que se hace al mismo tiempo que la pared con la qual va enlazada; la otra no es mas que pegada ó arrimada. F.4. F.5.

166 Quando en el rio cuyas aguas ha de contener el dique entra otro rio ó arroyo, se hacen en el dique puentes ó aqüeductos de luz proporcionada á la corriente que por ellos ha de pasar. Y para precaver que en alguna avenida las aguas del rio principal vayan á inundar las tierras introduciéndose por dichos vanos, se les echan puertas picudas que la corriente del mismo rio mantiene cerradas, hasta que volviendo á preponderar las aguas del rio influyente estas las abren con su peso.

167 En quanto á la direccion del dique, debe arreglarse por la situacion del terreno que se quiere resguardar, y por el rumbo de la corriente: acerca de cuyo punto hay quatro cosas muy importantes que prevenir.

1.ª Conviene plantar el dique tan lejos de la orilla como consienta la naturaleza del terreno, y la cantidad de tierra que para su construccion se necesite; por cuyo motivo quanto mas alta fuere la orilla, tanto mas cercano á ella deberá plantarse el dique. Si la margen fuese v. gr. seis pies mas alta que el parage adonde llegan las aguas ordinarias, se darán cinco pies no mas de hondo á los fosos,

cuyo fondo siempre ha de estar un pie mas alto que las aguas ordinarias.

2.ª Se procurará que ningun filete de la corriente vaya á dár contra el dique en tiempos de avenidas, cuya direccion se averiguará entonces considerando la orilla opuesta.

3.ª El dique debe construirse quanto quepa en terreno firme, para precaver que se baxe ó hunda; pero si hubiese de atravesar algun pantano, será forzoso sostenerle con pilotes y tablones, y mejorar la mala tierra del pantano mezclándola con arena; y siempre que se puedan cegar los pantanos por donde haya de pasar el dique, se abreviará la construccion. No se ha de levantar todo de una vez, teniendo muchísima cuenta dar á la tierra aunque sea dos años de tiempo para que haga su asiento.

4.ª Se escusarán todo lo posible los ángulos agudos, procurando sean obtusos los del dique, por cuyo motivo no deben seguirse escrupulosamente los recodos del rio.

168 Los diques necesitan fortificarse, conforme se dixo antes, y con esta mira los naturales de los Paises baxos añaden al dique un contradique pequeño, el qual viene á ser una especie de banqueta. El anden *m* (Lam. 23) tiene dos pies de ancho, y su escarpa un pie ó un pie y $\frac{2}{3}$ ó pie y medio; la banqueta *n*,*o* que hay de cada lado es de cinco á siete pies, su altura pie y medio ó dos pies mas arriba del fluxo ordinario. El contradique se hace de la tierra que se saca de los fosos, *p*, *q*. Las banquetas fortifican el pie del dique, las de los diques principales han de tener veinte á veinte y cinco pies de cada lado por lo menos.

F.3.

En los fosos de donde se saca la tierra para el dique se dexan de 80 en 80 pies lenguas de tierra *bbb* (Lam.23) anchas 12 pies, cuyo oficio es enlazar las banquetas del dique con el terreno; y de las mismas lenguas se saca la tierra para reparar el dique, hasta quedar continuo el foso.

F.2.

Concluido el dique, se le reviste de cesped, ó plantan mimbres en sus costados.

Di-

169 Digamos ahora como se resguardan los diques del choque de las aguas mas altas y de los embates de las tempestades.

1.º Si fuese la margen bastante ancha, v. gr. de 200 pies, y tan alta como las aguas ordinarias, y fuesen ademas de esto las tierras que hay detrás del dique mas altas qué las orillas, bien podrá ser que la violencia de la corriente haga alguna socavacion en su pie, pero nunca abrirá en el dique brecha alguna que pueda dar cuidado.

2.º Pero si las tierras fuesen mas baxas que las orillas del agua, las socavaciones que esta hiciese en el pie del dique serán de mucho peligro. A vèces los uracanes hacen, segun los parages, estas socavaciones antes de llegar el agua á mucha altura, cuyos hoyos, si fuesen de corta consideracion, convendrá cegar sin tardanza alguna con piedras, cascajo y arena. Si no se pudiese, y prosiguiera el agua socavando, será preciso fortificar con la mayor brevedad la escarpa trasera del dique, no con faginas, que no sirven para el caso, sì con una mezcla de boñiga y cascajo.

3.º En llegando el agua hasta cerca del anden, de modo que empiece á calarle, será señal de estar el hoyo en el dique mismo. Entonces se hace preciso cubrir toda la escarpa interior con faginas, y aros, aseguradas con piquetes, sobre cuyas faginas se levantarán montones de tierra de forma piramidal, cuyo peso pueda contrarestar el peso del agua.

4.º El anden puede abrirse en varias partes por muchos accidentes; si el agua corriere en las avenidas por encima de los hoyos mencionados, quedará arruinado en pocas horas todo el dique; cuya ruina se precave hincando sin dilacion piquetes en cada lado del anden, enlazados con tablones, y llenando de tierra muy apisonada los huecos de entremedias, porque ni la tierra sola ni la boñiga tampoco servirían para el caso.

5.º En llenandose de agua la orilla, se lleva sin remedio el dique; conviene por lo mismo fortificar quanto cabe las orillas que corren algun riesgo.

Así que las aguas se retiren, convendrá reconocer todos los estragos que hubieren hecho, haciendo de mayor aguante que antes los parages arruinados, pues no se hubieran arruinado si hubieran tenido el aguante necesario. Para este fin 1.º se cegarán los hoyos con materiales muy apisonados; 2.º se fortificarán las orillas arruinadas dándoles tal disposicion, que en adelante no les dé el agua en ángulo agudo; 3.º si la corriente hubiese abierto alguna canal en la orilla, y fuese el fondo de arena movediza, el mal será sin remedio.

Casos hay donde se planta al pie de las tierras para su resguardo, una fila de piquetes ó una citara; pero por ser toda citara una obra pegada á la principal, no la resguarda tanto como la almadreña, la qual se hace al mismo tiempo que el revestido con el qual va enlazada.

De las Azudes.

170 El destino de las azudes es, como el de las calzadas, aumentar la altura del agua de un rio mas arriba de un molino, &c.; pero se diferencian de las calzadas en que siguen menos que estas la direccion de la corriente, á la qual cierran enteramente el paso, y la atajan toda, obligandola á subir á tanta altura que corra por encima: por cuyo motivo deben preferirse á las calzadas.

F.2. Las azudes se plantan atravesadas al rio, como *AB*, ó
F.3. atravesadas á la boca de uno de sus brazos como *CD* (Lam. 26); esten donde estuvieren, su solidez estriba en dos puntos; 1.º en la buena eleccion del parage donde se plantan; 2.º en la direccion que se les da.

171 En quanto á lo primero, el azud se ha de plantar, como alguna consideracion particular no lo impida, en el parage mas ancho del rio, porque allí tiene el agua menos altura, y está demostrado que de dos ataguías cuyos paramentos del lado del agua son de igual superficie, el mas largo necesita menos grueso, y consume por lo mismo me-

menos material. Sin embargo, si el rio llevare poca agua, teniendo regularmente el azud en este caso mas fuerza y por consiguiente mas grueso del que necesita, se le podrá construir, á fin de que no sea tan largo, en el parage mas angosto de la madre del rio.

172 Por lo que mira al segundo punto, no podemos menos de desengañar á los que plantan las azudes en direccion obliqua á la corriente, fiados en que así experimentan menos empujo; porque en el caso mas ordinario, que es el del empujo solo, como este siempre obra en direccion perpendicular al paramento, no porque esté de soslayo el azud ha de tener menos grueso, y por lo mismo, quanto se le dé en este caso de largo mas de lo que necesita, es inutil y gasto perdido. Respecto de las azudes ó ataguías que han de resistir á un tiempo el empujo del agua y su choque, añade esta fuerza tan poco á la primera, que el aumento de grueso jamas puede resarcir el mayor gasto que ocasionará el hacer mas largo el azud, y se puede esto afirmar con tanto mayor fundamento, quanto la fábrica de paramento es mucho mas costosa que la de repleno. Estas consideraciones se aplican á todas las ataguías cuyo destino sea cerrar un brazo de rio. Ademas de las razones expresadas hay un motivo de mucho peso para plantar las azudes perpendiculares á las orillas de la madre del rio, y es que toda ataguía obliqua echa indefectiblemente las aguas á una de las márgenes, y acelera por consiguiente su ruina.

173 Quando el rio es navegable, se dexa en el azud una puerta *E* (Lam. 26) que solo se abre quando ha de pasar algun barco, y se cierra conforme diremos despues. El paso por la puerta es muy arriesgado siempre que el agua tiene mas de tres pies y medio de caida, por cuyo motivo es mejor que la puerta un cuenco ó cámara que mas adelante diremos lo que es. F.2.

174 El grueso de las azudes, y las escarpas de sus dos paramentos se determinan por lo dicho antes; teniendo presente que á los de estas ataguías los oprime el agua del lado de arri-

ba desde la cumbre hasta el pie, no habiendo agua alguna del lado de abaxo.

175 Resta señalar la figura del remate de estas ataguías, á fin de que la empujen por igual en todas partes las aguas que pasan por encima, y las guie insensiblemente despues de caer al otro lado del azud á que sigan una direccion orizontal.

Sea, pues, *AB* (Lam. 26) la altura del azud; se F.4. le dará de ancho la *AC* igual á dos veces y media la altura *AB*; tírese despues la linea de construccion *CB*, y haciendo centro en *A*, trácese con el radio *AB* el arco *BED*, el qual cortará la *CB* en *D*; levántese la *CF* perpendicular á *CA*; pártase la *CD* por medio en *G*, y levántese la perpendicular *GH*, que cortará la *CF* en *I*. Haciendo centro en *I*, trácese el arco *CLD*, el qual junto con el arco *DEB* formará la curva *CLEB*, la qual formará el remate del azud.

El rozamiento que padeciere el paramento á manera de talon reverso *DLC*, no podrá menos de ser mucho, por cuyo motivo solo servirá quando pueda hacerse de materiales muy duros, y sobre todo de marco grande. Siempre que concurren estas circunstancias, y es mucha la caida, debe servir con toda confianza la curva señalada; todo el efecto del rozamiento será ir desgastando con el tiempo el coronamento del azud, lo qual facilita en tiempo oportuno los reparos que se ofrezcan; siendo así que la caida del agua, y particularmente de los carámbanos sobre un piso orizontal, le rompe y arruina quando menos se espera, y quasi siempre quando viene muy crecido el rio; de modo que es quasi imposible remediar con tiempo el daño.

176 Quando no hubiere material á propósito para hacer el azud á manera de talon reverso; si la altura del agua no fuese tanta que pida forzosamente este gasto; y finalmente si llevare en todos tiempos el piso agua que baste á quebrantar el ímpetu de la que cae, y sobre todo de los carámbanos, podrá bastar una azud con paramentos escarpados, practicando lo propuesto acerca de las demas ataguías, y haciendo en

en declivio la cumbre, conforme lo está manifestando la figura. F.5.

Es patente que la cumbre de estas ataguías no puede experimentar por parte del agua daño alguno, quando está escarpada como *BE* (Lam. 26); de modo que no tropieza con ella la curva *BF* que el agua andaría al caer, si se la dexara entregada á sí misma. Si la curva tropezara al contrario con la cumbre escarpada *BG* en el punto *O*, chocarían con toda la parte *OG* ondulaciones que la ararian y robarian; por donde se prueba que el remate de estas ataguías debe fabricarse con tal arte, que no pueda tropezar con él la curva que el agua sigue al caer.

Si el grueso del azud *DBEC* debaxo de la curva *BF* no bastare para sostener las aguas que la cargan, sería indispensable darle mas grueso por la parte de arriba, haciendo á nivel la cumbre *BN* de este aumento de grueso, por no mudar cosa alguna en la curva *BHQF*.

Pero si quando fuese suficiente el grueso del azud *DBEC*, saliese muy agudo el ángulo *EBD* por causa de la escarpa *EB*, será muy del caso dar á la cumbre del ataguía la figura *BOH* de una parábola.

177 Réstanos considerar ahora el choque del agua con el suelo *CF* (Lam. 26), ó con el piso que es forzoso construir siempre que el azud no esté asentado sobre peña. Desde luego es inutil, quando no sea perjudicial, encaminar las aguas al pie del azud, inclinando ácia ella el piso; porque mediante esta inclinacion, el agua choca mas directamente con el piso, y las aguas rechazadas á *B*, en un ángulo mayor que si el piso estuviera á nivel, caerán ácia *C* desde mas alto, y por lo mismo harán allí mayor excavacion. Un declivio en direccion contraria daría lugar á una excavacion todavía mayor; es, pues, preciso hacer el piso todo á un nivel. F.5. F.6.

178 Ahora especificaremos lo que corresponde á la construccion de estas ataguías, así respecto de la solidez necesaria para resistir la carga de agua que han de sostener, como respec-

pecto de los materiales, empezando, conforme hemos hecho hasta aquí, por las construcciones mas sencillas y menos costosas.

F.7. La figura (Lam. 26) demuestra el perfil de una de las azudes que se construyen en los rios poco caudalosos, ó quando se busca economía.

F.8. Aquí figuramos el alzado y perfil de una azud de carpintería con su piso tablado *AB*, el qual ha de coger muchos pies mas allá del parage donde caen la aguas quando viene mas crecido el rio.

F.9. Está azud (Lam. 26) está construida sobre peña y es de fábrica. Si la peña en vez de estar en la superficie, estuviera muchos pies mas abaxo, sería preciso echar el cimiento mas abaxo sobre lo firme, y construir agua abaxo el

F.10. piso *AB*, enlazando su fábrica con la del cuerpo del azud, y prolongándole, del mismo modo que el piso tablado, hasta mas allá del parage donde caen las aguas en las mayores avenidas. El batido de arcilla *E* no puede menos de ser muy provechoso; es gasto corto, respecto de toda la obra, y al que no le hiciere no podra menos de pesarle.

F.10. 11 y 12.

Quando se quiera construir una azud de fábrica en un suelo enteramente malo, será todavía mas esencial al batido de arcilla *E*, y será preciso fundar así el ataguía como su piso sobre pilotes con buenos recintos de tablestacas agua arriba y agua abaxo, conforme pinta la figura. El gasto de un piso de tablones sobre el enrejado que corona los pilotes, sería mas que inutil en esta casta de obra; porque interrumpiría la trabazon de la fábrica de las caxas del enrejado con la del azud.

F.11.

Finalmente, aquí pintamos el perfil de una azud cuyo remate se ha hecho por el método propuesto, señalando como se han de cortar y asentar las piedras, de modo que no haya ángulo alguno muy agudo, y sea su lecho inferior siempre orizontal.

F.12.

F.1. 179 Es de suma importancia para la solidez de las azudes afianzar firmemente sus extremos por medio de raigones *AB*, *CD*,

CD (Lam. 25), levantándolos al nivel de la superficie de las márgenes, y construyendo sus costados *B,C* con sillares de marco muy grande y buena calidad, trabados y empotrados, segun las circunstancias, con arreglo á lo dicho acerca de la fábrica de los paredones de espolon.

180 Tan arriesgado es arrimar el agua á estos paredones de fábrica luego despues de construidos, como diximos que lo es respecto de las ataguías de tierra, habiéndose arruinado muchas de estas obras, por otra parte bien edificadas, por no haber esperado en este particular sus constructores el tiempo necesario. Verdad es que ocurren circunstancias en que es forzoso atropellarlo todo, como quando se acaba de construir el azud á fines del otoño. En estos lances será muy provechoso revestir el azud de tablas viejas, asegurándolas con un forro de madera vieja tambien por ahorrar; pues bastará con que este revestido aguante el invierno, pasada cuya estacion estará fuera de riesgo la obra, si se hubiese hecho con cuidado.

Ataguía para cerrar un brazo de rio.

181 La primer diligencia que debe practicarse quando se quiere cerrar enteramente un brazo de rio, es profundizar la madre á la qual se le intenta reducir; siendo de igual importancia dar al ataguía un grueso correspondiente á la mayor altura de agua que forzosamente ha de ocasionar. Una ataguía preliminar, digamos así, como *GH* (Lam. 25) va preparando insensiblemente la operacion, profundizando la madre *HIL*, y haciendo que se levante el suelo del brazo *CDEF* que se quiere cerrar. F. 11.

Por lo que toca al parage donde se ha de plantar el ataguía, y á su direccion, acúdase á lo dicho antes.

182 Estando todo así dispuesto, se hincarán una ó dos filas de pilotes, á los quales se ha de arrimar el ataguía, porque toda ataguía encerrada entre dos filas de pilotes, que despues se llena de tierra, quasi nunca sale bien. El agua, oprimida en lo último que queda por llenar, socava á tanta profundi-

didad en breve tiempo, que la corriente arranca y se lleva obras que se tuvieron por perfectas, sin dar lugar de concluir la que se tiene entre manos. Si, por no haber otro recurso, fuese forzoso ir llenando succesivamente y por partes el ataguía, se dará principio á la obra en el parage mas profundo, para irla á rematar en el parage donde fuese menor la rapidez y el cuerpo de agua.

183 Por lo comun se arrima á los pilotes un cuerpo de faginas que coja de largo tanto como de ancho la madre que se quiere cerrar; se le echa á pique soltando los toneles vacíos que le sostienen, y se le carga sin dilacion de tierra, procurando tenerla primero amontonada tan inmediata como se pueda á sus dos cabos. Conviene tener tambien á mano barcos cargados de tierra para echarla agua arriba al pie del cuerpo de fagina, cuya tierra el agua introduce en sus intersticios, y es de mucho mas provecho que no la que se echase por detras, la qual el agua se llevaría sin remedio trasminándose por el cuerpo de faginas.

Si la importancia de la obra lo pidiere, se podria plantar sobre los pilotes que han de mantener asegurado el cuerpo de faginas un andamio de palancas ó romanas que se cargarian de tierra para echarla toda sobre el cuerpo de faginas en el mismo instante que se soltaren los toneles, con el fin de que se fuera á pique.

184 Tambien se podrá cerrar un brazo de rio poniendo cabras como las que diximos antes, en lugar de los pilotes donde queda sujeta el ataguía, y echando sobre las cabras un cuerpo de faginas cuyo pie *AB* sea (Lam. 25) de ramas delgadas muy hojudas. No hay duda en que si se cortan á un tiempo todos los aros que le atan, y haciendo que se escurra prontamente todo junto, de modo que todas las ramas delgadas se doblen por debaxo de la cabra en la direccion *ab*, tendrá este cuerpo de faginas fuerza para resistir el agua, lo que dará tiempo para cargarle enteramente de tierra.

F. 12.

Es muy esencial, quando se hacen estas obras, mirar por la parte de agua arriba, si el agua se va abriendo algun pa-

so,

so, á fin de cerrarle sin dilacion por la parte de agua arriba: eslo tambien mucho atender á los dos cabos del ataguía, porque por aquí suele salirse el agua, cuyo daño se precave asegurando ambos cabos con un trozo de ataguía *A* (Lam.25) muy arraigado tierra adentro. Así que el cuerpo de faginas está á fondo, se plantan en la parte de agua arriba dos grandes haces de ramas *B*, atravesándolos para mantenerlos asegurados en el ángulo, con un robusto piquete. F.13.

Si el suelo del rio fuese demasiado movedizo, será necesario ahondarle dos ó tres pies en el parage donde se quiera plantar el ataguía, y aun seis pies mas allá. Despues se llenará de arcilla todo lo ahondado; pero á fin de que se haga con felicidad esta operacion, se arará el suelo por partes, plantando por detras tabiquitos de tablas por rezelo de que la corriente se lleve la arcilla á medida que se va echando.

Como se aprovecha el agua para la navegacion.

185 Es de suma importancia procurar la navegacion interior del reyno, esto es, la de unas provincias, comarcas ó ciudades á otras, cuyo fin se logra ó por medio de rios navegables de suyo, ó de otros rios artificiales que tambien lo sean, llamados canales de navegacion. Las ventajas que de esta navegacion se originan son de la mayor consideracion, por lo que facilita y abarata el acarreo de todo; de donde se sigue 1.º que empleándose menos ganado en recuas y carruages, y sembrándose por lo mismo menos tierras de cebada, &c. para mantenerle, quedarán mas para la subsistencia del hombre. Si fuéramos á contar las caballerías mayores y menores y los bueyes que mantenemos para el acarreo de nuestros frutos y géneros, y viajar de unas Provincias á otras, hiciéramos el cómputo de la cebada, algarroba, &c. que necesitan, las fanegas de tierra que dan estos granos, de las que darian trigo y demas frutos para mantener personas, saldria una cuenta sumamente lastimosa. Entre los aumentos temporales el principal es la

po-

poblacion en toda república; su felicidad tiene por compañeras inseparables la paz y la abundancia, pendiendo ambas del mayor número de sus individuos. Donde hay muchos hombres, hay muchos brazos para el cultivo de las tierras, las obras de la industria y la defensa de la patria, La nacion mas rica no es la que mas dominios tiene, eslo sí la mas populosa, la que come de su suelo, viste de sus fábricas, y tiene suficiente poblacion para que otra ninguna sea osada proponerla condiciones duras con esperanzas y seguridad de darle la ley.

2.º Promueve su riqueza. Si porque emplea mas brazos en cultivar sus tierras coge mas frutos, los cogerá tambien para vender; la abundancia de frutos abaratará la subsistencia; saldrán mas baratos los jornales y los géneros; venderá mas que las otras naciones industriosas, como no sean los suyos de inferior calidad. El mayor despacho de las fábricas avivará la industria, esta el comercio, y el comercio la riqueza nacional. Los mismos beneficios proporcionará el acarreo barato.

3.º Asegura y abarata la subsistencia de las grandes ciudades mediterraneas, las quales quedan muy expuestas por falta de carreterías en años de mortandad de ganado, ó de escasez de granos.

4.º En tiempos de guerra asegura las operaciones del ministerio en señaladísimo beneficio del erario.

186 A pesar de las grandes ventajas que proporciona la navegacion interior de un reyno, la han procurado con mucha floxedad aun naciones que mas se precian de cultas. Trasladaremos aquí las quexas de un escritor frances sobre este asunto; servirán de instruccion, ya que no de consuelo, á los pocos españoles que meditan seriamente en la prosperidad de su patria.

" Ricas producciones en toda linea (dice Mr. de la Lan-
" de) que un suelo fertil multiplica incesantemente en el
" mas hermoso clima, nada dexarán que desear á Francia
" quando se aproveche de los rios que la bañan desde los

ma-

„ mares del norte, poniente y mediodia que la rodean. En-
„ tonces se facilitará la comunicacion de sus provincias, y
„ se creará una navegacion continuada en lo interior del rey-
„ no. No necesitando de nacion alguna, Francia en tiempo
„ de guerra, despreciará los empeños de sus enemigos; esta-
„ rá su comercio interior seguro de las depredaciones maríti-
„ mas que á veces privan las provincias de norte y ponien-
„ te de los frutos que las provincias meridionales podrian su-
„ ministrarles; el comercio proseguirá sus operaciones sin te-
„ mor de los crecidos menoscabos que le aniquilan é influ-
„ yen aun en la Agricultura la floxedad y el desaliento; los
„ exércitos sacarán de las provincias y aun del centro su sub-
„ sistencia, y la artillería se llevará desde los arsenales del
„ Rey hasta los paises donde hubiere de servir. Los astille-
„ ros de nuestros puertos estarán provistos de madera de cons-
„ truccion, y de todos los aprestos marítimos que en el rey-
„ no se crian con abundancia. Francia, en tiempo de paz,
„ se abastecerá á sí misma con la facilidad del acarreo, de
„ quanto hoy dia mira como estrangero por el excesivo precio
„ de los carruages, y que los estrangeros despachan en nues-
„ tros puertos, sin embargo de estar llenas las provincias me-
„ diterraneas. Tales son el carbon de piedra, el hierro, la
„ madera, el cáñamo del norte, las lanas, los añiles y aun
„ las frutas de los paises meridionales....

„ Muchos creerán que un Reyno donde el declivio
„ de los rios está dispuesto con tanta ventaja, mantiene una
„ navegacion floreciente en lo interior de sus provincias, y que
„ no puede menos de enriquecerlas un comercio inmenso, fa-
„ cilitando la venta del sobrante de sus frutos, y la distri-
„ bucion quasi inmediata de quanto necesitan. Sin embargo
„ la navegacion de los rios está todavía por crearse; apenas
„ se navegan los mas caudalosos, y es aun tan precaria ésta
„ navegacion por causa de mil obstáculos, que el mismo in-
„ teres del estado pide pronto remedio, así como es obliga-
„ cion de todo escritor patriota buscarle y proponerle.

„ Y de hecho, se oyen desde muchísimo tiempo en to-
„ da

„ das partes quexas de que en Francia se va aniquilando la na-
„ vegacion ; el clamor es general , el mal va creciendo sin
„ cesar, y urge el remedio. Los puertos de mar de las ciu-
„ dades comerciantes se han mirado con igual abandono;
„ ácia el año de 1760 se señalaron consignaciones para su
„ reparo, cuyos buenos efectos ha experimentado el comer-
„ cio; obras hechas con prudente economía los han hecho
„ ya mas accesibles y mas concurridos.

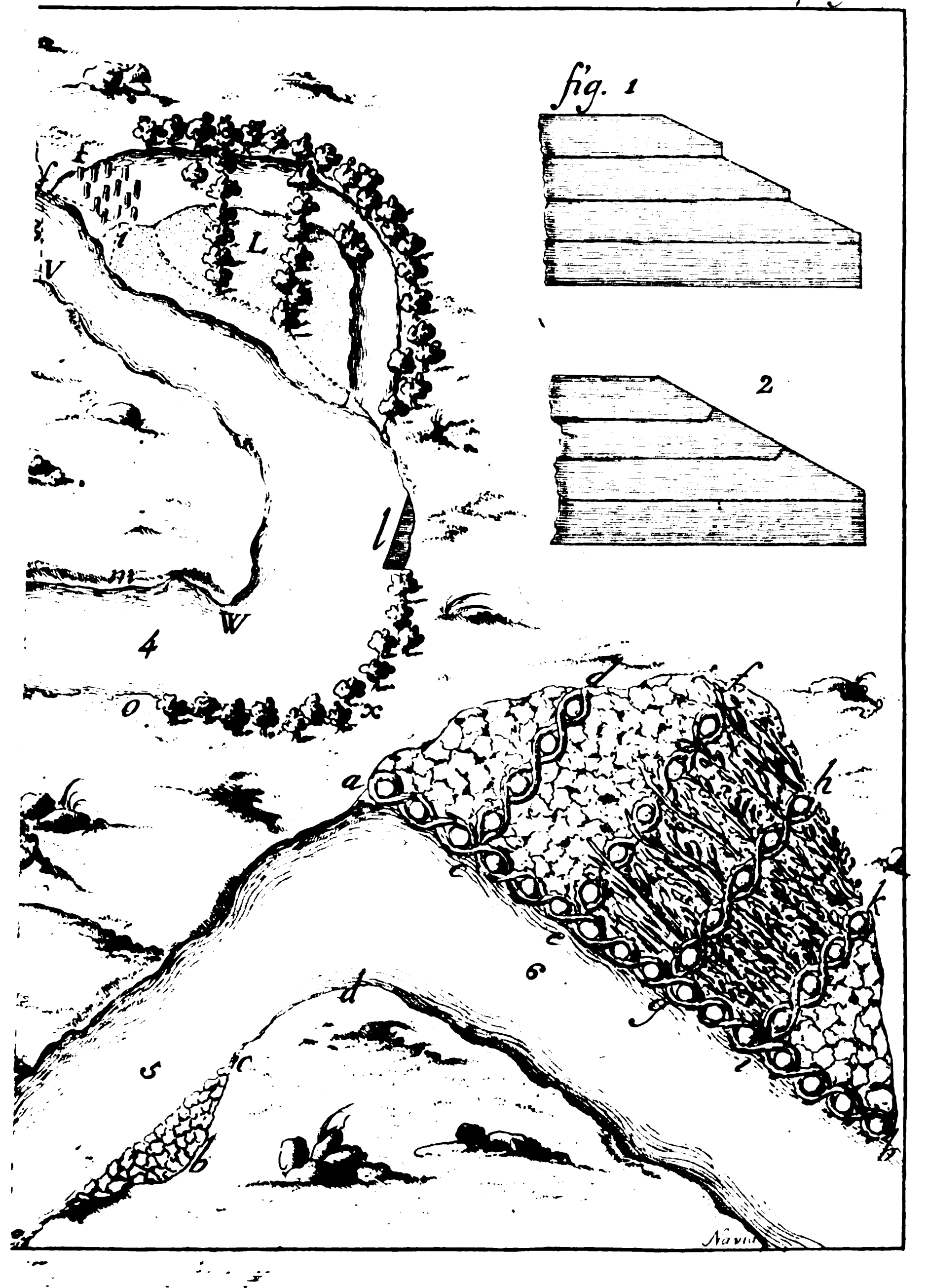
„ Pero si los rios que á ellos van á parar no son nave-
„ gables, se hace forzoso apelar á los carruages para con-
„ ducir allá los géneros; no se logra el fin. Sin embargo des-
„ de principios de este siglo que no se ha llegado á ellos,
„ los mas de los rios les han acarreado arena, légamo, for-
„ mando bancos mas ó menos dificultosos de quitar. Los hay
„ cuyo reparo sufre poca dilacion por causa del comercio gran-
„ de, ó de la facilidad que proporcionarian para la distri-
„ bucion de los granos ó frutos.

„ De unos quarenta años á esta parte se han hecho obras
„ inmensas para mejorar los caminos reales del reyno: séa-
„ nos lícito detenernos á considerar aquí los caminos por
„ agua, de los quales no se ha cuidado, sin embargo de ser
„ á ciertos respectos de mayor importancia que los caminos
„ por tierra.

„ Son tantos los caminos reales abiertos en el reyno, que
„ su manutencion consume quasi toda la consignacion del ra-
„ mo de puentes y calzadas; se han hecho tambien ca-
„ minos en quasi todos los partidos, de los quales no pue-
„ de el público sacar utilidad alguna por no estar hechos
„ los puentes cuya construccion sube mucho; con abrir comu-
„ nicaciones por agua costará mucho menos mantener los
„ caminos, y habrá dinero para emprender obras que que-
„ dan por hacer.

„ La navegacion del Sena desde Ruan á Paris es tan di-
„ ficultosa, que las mercadurías se acarrean por tierra; bien
„ lo notan los que tienen á su cargo el departamento de las
„ puentes y calzadas con los grandes reparos que incesante-

„ men-


fig. 1
2
L
V
l
W
4
o
x
a
d
f
h
c
e
6
g
k
i
5
c
d
b
b

,, das partes quexas de que en Francia se va aniquilando la na-
,, vegacion; el clamor es general, el mal va creciendo sin
,, cesar, y urge el remedio. Los puertos de mar de las ciu-
,, dades comerciantes se han mirado con igual abandono;
,, ácia el año de 1760 se señalaron consignaciones para su
,, reparo, cuyos buenos efectos ha experimentado el comer-
,, cio; obras hechas con prudente economía los han hecho
,, ya mas accesibles y mas concurridos.

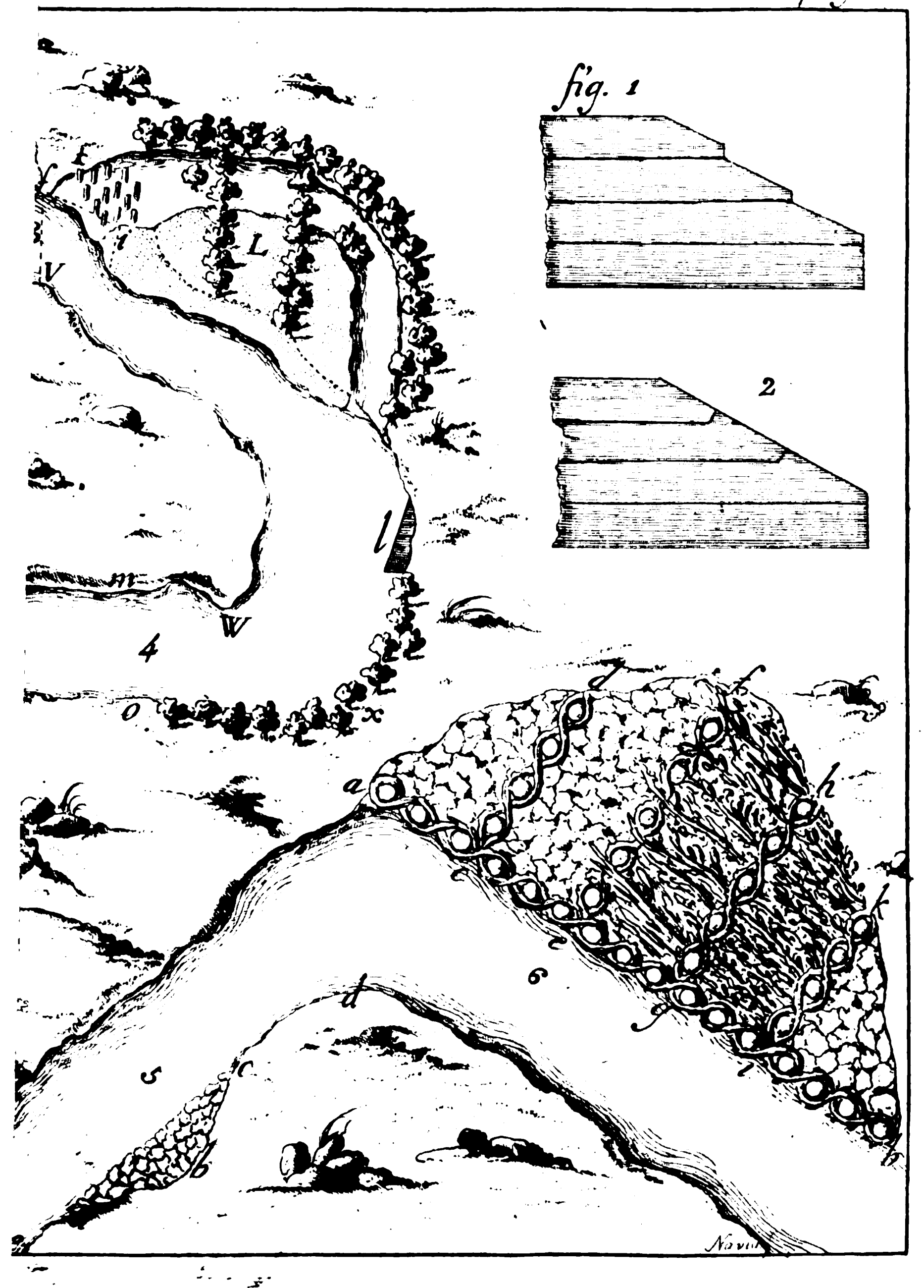
,, Pero si los rios que á ellos van á parar no son nave-
,, gables, se hace forzoso apelar á los carruages para con-
,, ducir allá los géneros; no se logra el fin. Sin embargo des-
,, de principios de este siglo que no se ha llegado á ellos,
,, los mas de los rios les han acarreado arena, légamo, for-
,, mando bancos mas ó menos dificultosos de quitar. Los hay
,, cuyo reparo sufre poca dilacion por causa del comercio gran-
,, de, ó de la facilidad que proporcionarian para la distri-
,, bucion de los granos ó frutos.

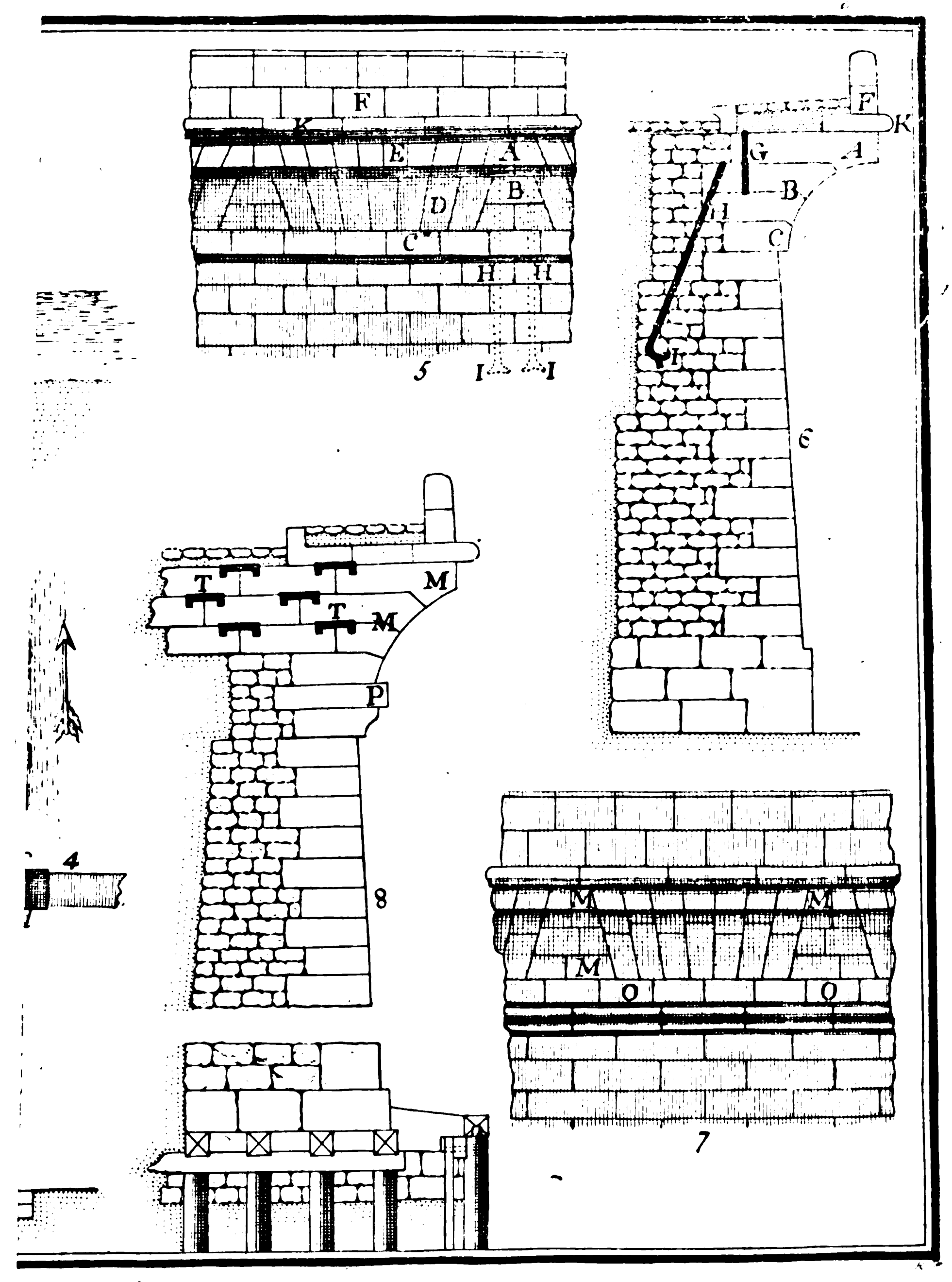
,, De unos quarenta años á esta parte se han hecho obras
,, inmensas para mejorar los caminos reales del reyno: séa-
,, nos lícito detenernos á considerar aquí los caminos por
,, agua, de los quales no se ha cuidado, sin embargo de ser
,, á ciertos respectos de mayor importancia que los caminos
,, por tierra.

,, Son tantos los caminos reales abiertos en el reyno, que
,, su manutencion consume quasi toda la consignacion del ra-
,, mo de puentes y calzadas; se han hecho tambien ca-
,, minos en quasi todos los partidos, de los quales no pue-
,, de el público sacar utilidad alguna por no estar hechos
,, los puentes cuya construccion sube mucho; con abrir comu-
,, nicaciones por agua costará mucho menos mantener los
,, caminos, y habrá dinero para emprender obras que que-
,, dan por hacer.

,, La navegacion del Sena desde Ruan á Paris es tan di-
,, ficultosa, que las mercadurías se acarrean por tierra; bien
,, lo notan los que tienen á su cargo el departamento de las
,, puentes y calzadas con los grandes reparos que incesante-

,, men-


fig. 1
2
L
V
l
m
W
4
o
x
a
h
6
d
5
b
Navil


F
K
E
A
B
D
C
H
H
5
I
I
F
K
G
A
B
H
C
I
6
M
T
M
T
P
4
8
M
M
M
O
O
7

1 g 5

d i n i 6

h e c

C A I H G 4 D

2

B

A

4

7

D

D

C

C

Corte

8

D

C

D

C

C

C

Elevacion

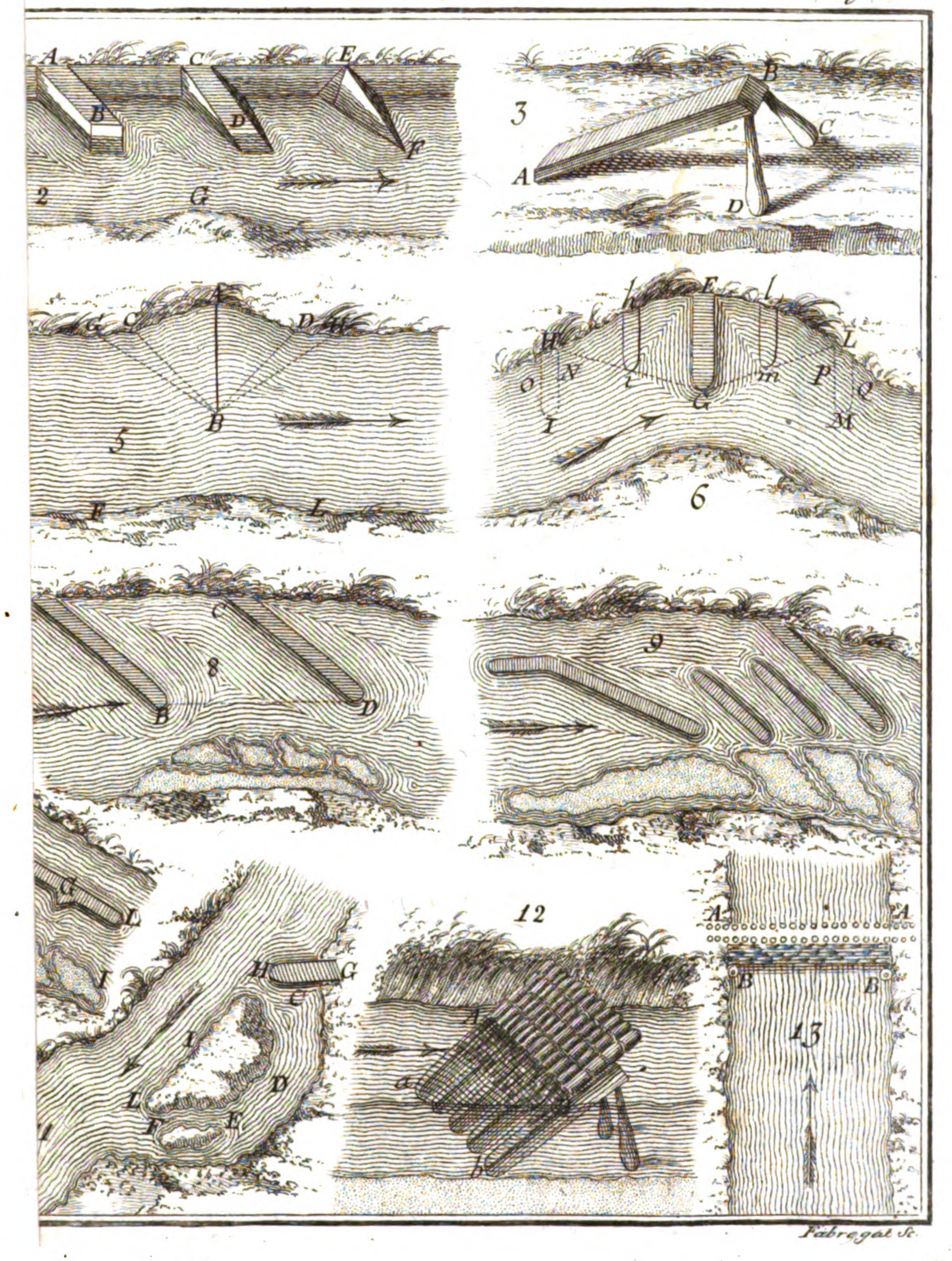
6

D



Fabregat sc.




2
3
5
6
8
9
12
13
Fabregat Sc.

A E B 2

D C 3

N B O G H E Q D C F 5

E B C 6

A B 8

9

11

E

12





„ mente ocurre hacer en aquel camino. El gasto de estos re-
„ paros es cada año mayor en todas partes : los ingenieros
„ de Champaña y Picardía se quexaban diez años ha de
„ que con los frecuentes reparos que los carros ocasionan en
„ los caminos reales el cascajo empieza á andar muy esca-
„ so ; que las canteras de sus inmediaciones estaban apura-
„ das ; que ya se hacia preciso traer desde lexos los mate-
„ riales , lo que ocasionaba mucho daño á los pueblos que
„ por carga concegil los habian de acarrear ; y que si se les
„ exônerase de esta carga , debia mirarse con respeto el di-
„ nero que su acarreo costaría.

„ Los Ingleses han procurado remediar el inconveniente
„ del extremado gasto de los caminos reales , prohibiendo
„ que desde 29 de Septiembre de 1754 se pusiesen mas de
„ ocho caballos á una galera , y mas de cinco á un carro,
„ y mandando que las llantas de las ruedas de los carrua-
„ ges tuviesen 10 ú 11 pulgadas de ancho. Pero estos re-
„ glamentos son mas fáciles de guardar en Inglaterra que
„ no aquí , porque allí hay en los caminos reales barreras,
„ donde los que transitan pagan derechos para reparos de
„ los caminos : se pasa por una como puente en equilibrio
„ que se baxa algunas pulgadas luego que el carruage pesa
„ mas de lo permitido , manifestando la contravencion sin
„ costar cuidado alguno averiguarla. No deseamos que se
„ pongan en Francia semejantes grillos á los traginantes.

„ Por mucho que cueste conservar y reparar los caminos
„ reales , no es nada este gasto en comparacion de lo que
„ cuesta al comercio transitarlos. En tiempo de guerra cues-
„ ta á las provincias meridionales cerca de un diez por cien-
„ to, entre gastos de carruage y algunos derechos , el cambiar
„ los frutos de su agricultura y las obras de sus fábricas por
„ los de las provincias septentrionales , y recíprocamente : los
„ hombres con sus caballerías abandonan entonces las labo-
„ res del campo para llevar sus frutos. Así , quando el ene-
„ migo bloquea nuestros puertos , lleva , digamos así , las
„ calamidades de la guerra á lo interior del reyno , cuyas

M „ co-

„ comunicaciones por los rios están cortadas, y se han he-
„ cho imposibles. Ya manifestamos antes la enorme diferencia
„ entre el coste del acarreo por tierra y del acarreo por agua.

„ Entretanto los acarreos se hacen quasi todos por tierra,
„ por ser tan dificultoso por los rios, por donde solo se con-
„ ducen, y esto á mas no poder, mercadurías de peso enor-
„ me, siguiendo todas las demas el rumbo de los carroma-
„ teros desde el un extremo del reyno al otro. Hasta el hier-
„ ro (nadie lo creyera si no lo estuviéramos viendo á cada
„ paso) va por tierra desde el Franco Condado á Leon, sin
„ sacar provecho alguno del rio Doubs que pasa cerca de
„ las herrerías de aquella provincia; el hierro de Berri va en
„ carruages hasta Orleans, y aun en derechura hasta París.
„ Sin embargo es constante que el coste del acarreo se aña-
„ de al valor del género, por cuyo motivo sale á un pre-
„ cio excesivo. De aquí se nos sigue mucha desventaja en
„ el comercio con los estrangeros; porque desde las herra-
„ mientas para arar, y el hierro grueso para la construccion
„ de los navíos, hasta la obra fina de acero, no podemos
„ mantener la concurrencia con ellos; teniendo que com-
„ prarlo fuera del reyno nuestros armadores ó mercaderes.

„ Si se coteja el coste moderado de un carruage por agua
„ con el de un carruage por tierra ¡que diferencia enorme
„ no se hallará! Un carro de seis caballos gobernado de dos
„ hombres, no lleva mas que dos ó tres mil libras, quan-
„ do bastan dos marineros para un barco cargado de 300
„ mil. Ahorra, pues, un barco solo, y restituye á la agri-
„ cultura el trabajo de doscientos hombres, y seiscientos ca-
„ ballos. Tanta diferencia pareciera increible, si el cálculo y
„ los hechos no la hicieran patente; pero todas sus conse-
„ qüencias son espantosas. Por la cuenta mas puntual de los
„ carruages ocupados en acarrear mercadurías en lo interior
„ del reyno, se saca que en Francia son dos mil por lo me-
„ nos; he hecho una rebaxa en su número para que no se
„ me sindique de ponderativo; á cada carro se le dan dos
„ caballos y un hombre no mas; hay por consiguiente ocu-

„ pa-

„ pados diez mil caballos, y veinte mil hombres en hacer
„ que suba el precio de los géneros y frutos, y deteriorar
„ los caminos, en cuyos reparos hay ocupados mas de cien
„ mil hombres.

„ Solo la saca de la sal de Pecais por el Ródano ocupa
„ 440 hombres y 400 caballos, de cuyo gasto, que, sin los
„ portazgos, asciende á quatro millones de libras, se ahor-
„ raría acaso la mitad si la navegacion del Ródano estuvie-
„ ra corriente; de la qual la saca de la sal no compone la
„ quinta parte.

„ ¿Como es posible que la agricultura y el comercio
„ aguanten carga tan gravosa, y se sostengan (bien que muy
„ descaecidos) con tantas desventajas? Sin embargo los ca-
„ minos reales estan al lado de los rios, costeándolos quasi
„ en todas partes: se queda uno admirado al ver el reme-
„ dio tan cerca del daño: los caminos mas hermosos y mas
„ acomodados del mundo para los viageros, por la facilidad
„ de su comunicacion al lado de rios que no son nave-
„ gables, privado el comercio de un auxîlio natural y tan
„ cercano, pero miserablemente inutilizado por falta de cui-
„ dado; no hay aldea por desgraciada que sea, que no sa-
„ case provecho de la navegacion.“

La navegacion interior de un reyno puede promoverse haciendo navegables sus rios, ó abriendo con el mismo fin canales que faciliten pasar por agua desde unas ciudades ó provincias á otras. Son, pues, dos los puntos que aquí hemos de declarar. 1.º como se hacen navegables los rios; 2.º como se construyen los canales de navegacion.

De los rios navegables.

187 Son muy pocos los rios de suyo navegables, porque estorba la navegacion de los mas; 1.º la poca ó mucha rapidez de su corriente; 2.º la poca altura de sus aguas; 3º alguna peña, chorrera, caida ó salto.

188 Lo que quita á todo rio parte de su rapidez son los muchos recovecos de su madre, porque como la velocidad de las

las aguas corrientes pende principalmente del declivio de su alveo, ó de la diferencia de nivel que hay entre su origen y su desaguadero, quantos mas rodeos haga su madre, entretanto mayor número de varas se repartirá esta diferencia; y faltas por lo mismo las aguas en todo este trecho de la competente velocidad para trasladar los barcos desde un parage á otro, no sufrirá el rio navegacion. Supongamos, con la mira de aclarar este punto, que habiendo desde el parage donde se puede empezar á navegar un rio hasta su boca, mil varas de distancia medidas en línea recta, sea diez pies la diferencia de nivel entre los dos términos, y que por los muchos recodos de la madre tenga que andar la corriente diez mil varas; la diferencia de nivel tendrá que repartirse entre un número de varas diez veces mayor que antes, pues á cada mil varas le tocará un pie de declivio no mas: carecerá por consiguiente el rio de la velocidad necesaria para ahondar su alveo al tiempo de las avenidas, le irá cegando, y correrá por último desparramado por los campos.

189 Si por otra parte consideramos que los rios cuyo declivio es excesivo, tienen por causa de demasiada velocidad, alveos poco hondos, por cuyo motivo no sufren navegacion, se echará de ver que no siempre es el camino mas corto el mejor, y que debe obrar con mucha circunspeccion qualquiera que intente quitar los recovecos que forma la madre de un rio, por el riesgo que se corre de ocasionar algun inconveniente mucho mas grave que el que se intenta remediar. Es por lo mismo de suma importancia hacer muchas nivelaciones para determinar la velocidad con la qual convendrá que corra un rio cuya navegacion se desea promover, á fin de proporcionarla de modo que resulte una navegacion acomodada, intento no siempre facil de conseguir, especialmente quando es mucho el declivio del rio, y hay sobre todo cascadas peligrosas de baxar, y dificultosas ó imposibles de subir.

190 Sea, pues, la que fuere de las dos causas expresadas, esto es, el excesivo declivio de la madre del rio, ó la escasez de

sus

sus aguas, la que imposibilita su navegacion, es forzoso apelar á algun artificio, el qual minorando en el primer caso la velocidad de la corriente haga què suba el agua á la altura necesaria, y sirva en el segundo para amontonarla; por manera que trasformado el rio ó algun trecho suyo en una como balsa ó tabla, se pueda navegar. Fig.

La escasez de agua de un rio proviene muchas veces de que se gasta parte de la que trae en beneficio de algun molino harinero, ú otro ingenio hidráulico. Este tropiezo se vence 1.º quitando el molino ó ingenio, y haciendo molinos de viento, si hubiese cabida, y el beneficio igualase por lo menos el gasto; 2.º desviando parte del agua del rio, con tal que lleve bastante, por un canal ó madre artificial que pase desviada de los obstáculos.

191 Pero quando los molinos ó ingenios fueren de tanta importancia que no se les pueda quitar agua alguna sin que se sigan graves inconvenientes, ó el obstáculo no se pueda salvar por agua, es forzoso que los barcos suban y baxen por planos inclinados, á cuyo recurso apelan los Chinos, Flamencos y Olandeses.

Aquí figuramos uno de estos puentes de rollos por el qual un barco sube desde *C* á *B*, y otro baxa desde *B* á *A*. Para que el primero suba, se da vuelta á los rollos por medio de palancas *L*, las quales se baxan mediante maromas afianzadas en el punto de apoyo *N* de los cabrestantes *G*,*I*, y algunas poleas de retorno *H*. Así que el barco llega al espinazo de la puente, bastan dos hombres en *K* para baxarle por medio de las maromas correspondientes á las poleas de retorno *D*,*E*,*F*. 1.

192 Bien se ve que solo en los casos desesperados debe apelarse á este recurso, pues en los demas podrá lograrse que se navegue todo el rio, apelando á otros medios. El uno es profundizar la madre, y sirve 1.º quando no se puede ó quiere hacer una inclusa, de cuya fábrica se tratará dentro de poco con entera individualidad; 2.º quando no tiene cuenta angostar su madre, ó cegar algun brazo del rio con las

 obras

Fig. obras expresadas antes, por donde pierde agua; 3.º quando no hay facultad para hacerlas en sus orillas para el fin; 4.º finalmente, quando despues de angostado el rio fuese demasiada su rapidez.

193 Hay igualmente precision de profundizar la madre de un rio siempre que importa caminen mas aceleradas sus aguas para dar mayor impulso á algun ingenio; especialmente quando al mismo tiempo no se puede ensanchar mas abaxo en los parages donde corre estrechado, ó angostar las orillas en la parte de mas arriba.

El profundizar toda la madre de un rio sería obra inmensa. Siempre que los hacendados de su parte ancha se perjudican unos á otros, quitándole porcion del terreno, hacen al mismo tiempo mucho daño á los hacendados de mas abaxo, porque depone aquí el rio lo que lleva de arriba, ciega los canales ó zanjas quando las hay, ó hace que sean mayores las inundaciones.

Aun quando sea preciso hacer mas profundo algun parage de la madre de un rio, convendrá considerar antes de poner manos á la obra, si el mejor modo de conseguirla será cavarla; si será de temer que la corriente llene la parte baxa con la arena que quitare á la de arriba, con la qual acaso tambien se juntará la que proviniere de las orillas; si será posible desviar el rio todo el tiempo que dure la obra, ó dexar sin agua el parage que se quiere profundizar, ensanchando uno ó muchos brazos del rio. Quando ninguno de estos puntos se pueda averiguar, se indagará si el beneficio compensará el gasto.

194 Quando sola la rapidez del rio basta para profundizar su madre, y es muy duro el suelo, es necesario valerse para conseguirlo de algun ingenio. El mas sencillo de todos es una especie de arado *BC* con dos ruedas, del qual tiran caballerías que arrastran un madero *A* herrado por abaxo, guiándole un hombre quando estan muy baxas las aguas, mediante lo qual abre surcos, cuya tierra se lleva despues la primer avenida. Sirve tambien para lo mismo un grande y fuer-

2.

3.

fuerte rastrillo *AD*, del qual tiran por medio del volantin *CE* dos caballerías, gobernándole un peon embarcado en la falúa *B*, quando ha de servir esta máquina en parages donde hay agua.

Es ingenio igualmente socorrido en estos lances un tímpano *A* compuesto de muchas ruedas de madera de 5 á 6 pies de diámetro, cuya circunferencia está armada de grandes puas de hierro á manera de garabato. Las ruedas estan todas aseguradas en un exe comun *BC* con pivotes en sus extremos á los quales atraviesan caxas de hierro correspondientes á maromas *BD*, *CE* atadas á una falúa, en la qual navegan dos hombres á remo *F* y por medio del timon *I*, cuya navegacion no puede verificarse sin que dé vueltas el tímpano, y abra tantos surcos quantas son las puas.

Fig. 4. 5.

Tambien podrá servir el mismo ingenio atando las maromas del tímpano *H* á la grua del cabrestante *G*, plantado en un barco asegurado con áncoras; dos peones encaminarán el tímpano rio arriba un trecho de 20 á 30 varas, y llegado que sea cerca del barco, podrá bastar sola la fuerza del agua para llevarsele, mediante levas con goznes puestas en los rayos de las ruedas.

6.

195 En los terrenos de poca consistencia, quales son los areniscos y cenagosos, se puede lograr el intento por medio de ingenios plantados sobre barcos; pero este recurso es mejor en las aguas detenidas que no en las corrientes. Lo mejor será plantar dos filas de barcos muy cargados, mientras la corriente tuviere todavía alguna fuerza, porque subiendo el agua á mayor altura entre los barcos, se llevará mas en breve la arena.

7.

196 En los rios muy caudalosos se puede practicar otra cosa aún mejor. Se plantarán piquetes *a,b,c;d,e,f,g,h*; se cerrarán con tablas los huecos de entre los piquetes, prolongando la obra hasta que el agua llegue á suficiente altura en *cd* y *gh*; se quitarán despues los piquetes *d,h*, y plantarán en *i,k*; llenaráse de tablas desde *a* á *i*, y desde *e* á *k*, prosiguiendo á este tenor. Por medio de estos tabiques se puede quitar todo el

8.

„ comunicaciones por los rios están cortadas, y se han he-
„ cho imposibles. Ya manifestamos antes la enorme diferencia
„ entre el coste del acarreo por tierra y del acarreo por agua.

„ Entretanto los acarreos se hacen quasi todos por tierra,
„ por ser tan dificultoso por los rios, por donde solo se con-
„ ducen, y esto á mas no poder, mercadurías de peso enor-
„ me, siguiendo todas las demas el rumbo de los carroma-
„ teros desde el un extremo del reyno al otro. Hasta el hier-
„ ro (nadie lo creyera si no lo estuviéramos viendo á cada
„ paso) va por tierra desde el Franco Condado á Leon, sin
„ sacar provecho alguno del rio Doubs que pasa cerca de
„ las herrerías de aquella provincia; el hierro de Berri va en
„ carruages hasta Orleans, y aun en derechura hasta París.
„ Sin embargo es constante que el coste del acarreo se aña-
„ de al valor del género, por cuyo motivo sale á un pre-
„ cio excesivo. De aquí se nos sigue mucha desventaja en
„ el comercio con los estrangeros; porque desde las herra-
„ mientas para arar, y el hierro grueso para la construccion
„ de los navíos, hasta la obra fina de acero, no podemos
„ mantener la concurrencia con ellos; teniendo que com-
„ prarlo fuera del reyno nuestros armadores ó mercaderes.

„ Si se coteja el coste moderado de un carruage por agua
„ con el de un carruage por tierra ¡que diferencia enorme
„ no se hallará! Un carro de seis caballos gobernado de dos
„ hombres, no lleva mas que dos ó tres mil libras, quan-
„ do bastan dos marineros para un barco cargado de 300
„ mil. Ahorra, pues, un barco solo, y restituye á la agri-
„ cultura el trabajo de doscientos hombres, y seiscientos ca-
„ ballos. Tanta diferencia pareciera increible, si el cálculo y
„ los hechos no la hicieran patente; pero todas sus conse-
„ qüencias son espantosas. Por la cuenta mas puntual de los
„ carruages ocupados en acarrear mercadurías en lo interior
„ del reyno, se saca que en Francia son dos mil por lo me-
„ nos; he hecho una rebaxa en su número para que no se
„ me sindique de ponderativo; á cada carro se le dan dos
„ caballos y un hombre no mas; hay por consiguiente ocu-

„ pa-

„ pados diez mil caballos, y veinte mil hombres en hacer
„ que suba el precio de los géneros y frutos, y deteriorar
„ los caminos, en cuyos reparos hay ocupados mas de cien
„ mil hombres.

„ Solo la saca de la sal de Pecais por el Ródano ocupa
„ 440 hombres y 400 caballos, de cuyo gasto, que, sin los
„ portazgos, asciende á quatro millones de libras, se ahor-
„ raría acaso la mitad si la navegacion del Ródano estuvie-
„ ra corriente; de la qual la saca de la sal no compone la
„ quinta parte.

„ ¿Como es posible que la agricultura y el comercio
„ aguanten carga tan gravosa, y se sostengan (bien que muy
„ descaecidos) con tantas desventajas? Sin embargo los ca-
„ minos reales estan al lado de los rios, costeándolos quasi
„ en todas partes: se queda uno admirado al ver el reme-
„ dio tan cerca del daño: los caminos mas hermosos y mas
„ acomodados del mundo para los viageros, por la facilidad
„ de su comunicacion al lado de rios que no son nave-
„ gables, privado el comercio de un auxîlio natural y tan
„ cercano, pero miserablemente inutilizado por falta de cui-
„ dado; no hay aldea por desgraciada que sea, que no sa-
„ case provecho de la navegacion.“

La navegacion interior de un reyno puede promoverse haciendo navegables sus rios, ó abriendo con el mismo fin canales que faciliten pasar por agua desde unas ciudades ó provincias á otras. Son, pues, dos los puntos que aquí hemos de declarar. 1.º como se hacen navegables los rios; 2.º como se construyen los canales de navegacion.

De los rios navegables.

187 Son muy pocos los rios de suyo navegables, porque estorba la navegacion de los mas; 1.º la poca ó mucha rapidez de su corriente; 2.º la poca altura de sus aguas; 3º alguna peña, chorrera, caida ó salto.

188 Lo que quita á todo rio parte de su rapidez son los muchos recovecos de su madre, porque como la velocidad de

el banco de arena, particularmente si se procura una corriente donde antes no la habia, plantando los tabiques mas arrimados uno á otro ácia abaxo que no ácia arriba.

197 El desaguadero de los rios suele ser el parage de su madre menos profundo, porque corre allí el agua con tanta lentitud, por causa de su poco declivio, que faltándole fuerza para proseguir su curso en linea recta, tiene que desparramarse, con lo que inundando las tierras se levanta deponiendo en aquel parage el légamo que acarrea. De aquí provienen los bancos y las barras que allí se forman, los quales toman mayor cuerpo con las arenas que el mar añade; por manera que dividida finalmente la boca del rio en muchos brazos, carece del caudal necesario para la navegacion. Entonces no hay mas remedio que hacerle nueva madre, angostando la antigua con alguna de las obras hidráulicas antes especificadas, las quales convendrá resguardar echando lenguas á trechos. Corriendo por este medio estrechadas las aguas, podrán ahondar su alveo con mas facilidad, porque los depósitos de las orillas suelen ser arena y légamo no mas. Pero si el suelo de la madre fuese demasiado tenaz, se echará mano de alguno de los ingenios propuestos poco ha. El punto esencial de esta operacion está en dirigir el nuevo desaguadero del rio de modo que esté resguardado de los ayres y las mareas que podrian llenarle de arena, é inutilizarle como el antiguo.

198 Casos hay donde se puede superar alguno de los obstáculos contrarios á la navegacion de un rio por un medio mucho mas facil que los propuestos hasta aquí, particularmente quando es alguna peña que no puede quitarse sin gasto enorme, ó una caida de mucha altura. Dado caso que despues de sondeado el terreno inmediato al obstáculo se reconozca que no es posible desviar el rio por estar rodeado de montañas, se procura lograr suba el agua á suficiente altura, atajándola con una especie de puerta, cuya construccion es la siguiente.

La suponemos ancha de 18 á 21 pies; se cierra por medio

dió de una palanca *FH*, la qual lleva en su extremo *F* un contrapeso *O*, y da vueltas sobre un gorron *G*, dándola al mismo tiempo que ella tres pies derechos *K*, enlazados unos con otros por medio de una barra de hierro que los pasa un poco mas arriba del batiente *V* al qual se arriman. Allí mismo descansan otros dos pies derechos *R* embebidos algunas pulgadas en los paredones *X*, puestos con el mismo fin que los antecedentes, y luego se dirá; por manera que todos están en una misma linea, quedando entre ellos huecos iguales, y solo los tres del medio siguen la palanca al tiempo que da vueltas quando se abre ó cierra la barrera.

Fig. 9, 10 11.

Para abrirla y dar paso á los barcos, se la arrima al paredon izquierdo; para cerrarla, se pone la palanca conforme pinta la figura, descansando su extremo en un hito que solo se ve en su planta. Pasando entonces el portero por encima de la palanca, va al paredon del lado derecho donde hay otra *LM*, la qual lleva clavada de plano una tabla muy ancha que sirve de puente con su varandilla *NPN*, asegurada en la misma pieza, girando todo con desahogo sobre el gorron *Q*, á fin de poner la puente en la situacion que pinta la figura. El portero coge unas quantas tablitas de 11 á 12 pulgadas de ancho cada una aseguradas en un estadal para meterlas unas encima de otras en las correderas de los pies derechos *K*, *R* del lado opuesto á la corriente, con el fin de cerrar los huecos *S*, y lograr que el agua suba á la altura deseada, con meter mas ó menos tablitas, cuyos estadales ó agujas están plantadas de modo que no se pueden perjudicar.

Así que los barcos que navegan rio abaxo están para pasar el parage crítico, y llegan á la puerta, se quitan las tablitas sin que lo dificulte el peso del agua que carga encima de ellas; pónese entonces el rio á un nivel con corta diferencia en todo aquel trecho, se dá fácilmente vuelta á la palanca *FH*, porque los pies derechos solo tienen metidos en el agua sus extremos. Por lo que mira á los barcos que navegan agua arriba, una vez que han pasado la puerta,

Fig. ta, se la cierra con repetir la maniobra que acabamos de declarar, vuelve el agua á levantarse, y prosigue sin tropiezo su navegacion.

Este artificio puede ser utilísimo en una infinidad de ocasiones, ya para templar la rapidez de un rio quando por excesiva imposibilita la navegacion, ya para inundar, con el fin de defenderla, los alrededores de una plaza de guerra, ya para regar tierras de secano.

12 y 13. Esta puerta tambien se puede cerrar con biguetas, ó con una compuerta *CD*, levantándola con ruedas de herizo segun demuestran el alzado y perfil. Merecerá la preferencia este medio, principalmente quando la altura del agua no pasare de 5 ó 6 pies, porque sobre ser la maniobra por lo menos tan facil, será mas pronta.

12. 199 Aqui figuramos otro modo de abrir una compuerta que suponemos sea la de un aqüeducto que pasa por debaxo de un rio, y sirve de sacar agua para regar tierras. Como sería muy expuesto dexar á la discrecion del público el cerrar y abrir la compuerta, conviene solo puedan abrirla y cerrar

14. personas á quien el Magistrado autorice. Este fin se conseguirá colgando la compuerta de un tornillo, cuya tuerca *EF* sirva de cubo á una rueda orizontal *AB*, armada de puños para que le den vueltas sobre el tarugo *CD*, puesto $4\frac{1}{2}$ pies mas arriba del suelo del dique; mediante lo qual siempre que se quiera mantener cerrada la puerta, se quitará y guardará la tuerca.

No basta reparar y mudar la boca del rio y los demas parages que lo necesiten; es igualmente necesario ver si se pueden hacer navegables cerca de su nacimiento con tal que su caudal lo permita. El único y mejor modo de conseguirlo es desviarle de su curso, rompiendo á su lado un canal acompañado de todas las demas obras necesarias, el qual proporcionará una navegacion segura en todos tiempos, porque en un canal se introduce mas agua que la que se quiere ó necesita.

Ca-

Canales de navegacion.

201 Bien que en todas partes tiene mas cuenta el acarreo por agua que no por tierra, en las mas no se encuentran rios navegables ni de suyo, ni puede procurarlos el arte, siendo preciso suplirlos con rios artificiales, llamados canales de navegacion, recogiendo y aprovechando para darles el agua necesaria muchos manantiales y arroyos. La construccion de estos canales, sobre ser muy costosa, y quasi siempre larga, es de muchísima dificultad. Así lo acreditará quanto propondremos sobre esta fábrica, y sobre todo las siguientes máxîmas generales con las prevenciones que á su continuacion especificarémos.

Máximas generales acerca de los canales de navegacion.

202 Todo facultativo encargado de una obra hidráulica, sea la que fuere, debe tomar por norte de todas sus operaciones la máxîma fundamental de hacerla, sin perjuicio del acierto, con el menos gasto posible, y de modo que proporcione quantos beneficios quepan. En la construccion de los canales navegables y caminos obliga no pocas veces esta consideracion á dirigirlos por otra linea que la recta, la mejor en sentir de muchos. Pero si prevaleciera este dictamen se tropezaría en los mas de los casos con obstáculos que indefectiblemente harian mas costosa, menos duradera ó menos útil la fábrica. Por consiguiente el principal cuidado de un artífice que toma á su cargo la construccion de un canal debe ser la eleccion del terreno por donde conviene encaminarle, para lo qual debe recorrer, y reconocer con suma prolixidad todos los rincones del pais donde se intenta romperle, sin perdonar nivelaciones que tal vez á primera vista parecerán superfluas; sondeando en diferentes parages el terreno, á fin de enterarse de su calidad, y saber hasta que profundidad de-

deberá cavarse, y apartarle de pantanos, bancos de piedra de mucha extension, &c. Solo así llegará á saber por quantos rumbos diferentes podrá guiar el canal, y preferir entre todos el que mas cuenta tenga.

203 Algunos arquitectos, espantados de lo que cuesta cortar ó agugerear una montaña que el canal ha de atravesar, prefieren dirigirle por una ladera. De aquí se siguen dos inconvenientes de mucha gravedad: 1.º se corre mucho riesgo de que desprendiéndose de la montaña el agua en los grandes aguaceros de tempestad, ó al deshacerse las nieves, derribe el dique superior del canal. Verdad es que este fracaso se puede precaver abriendo mas arriba del dique un contrafoso adonde vayan á parar dichas aguas, que despues se encaminarán por conductos ó zanjas hechas de intento. Pero si fuese muy empinada la ladera, se despeñará el agua con tanta violencia y abundancia, que antes de escurrirse inundará y desbaratará el dique, cegándo con el légamo y la arena el canal. 2.º No es posible asentar con la solidez necesaria en una ladera un canal, ni sus inclusas, aqueductos, &c.; lo qual tampoco se conseguirá llevando tierra procedente de la excavacion de la montaña al lado mas baxo, con el fin de igualar el terreno ó asiento de la obra, porque las aguas se llevarán esta tierra echadiza, y el agua del canal se trasporará indefectiblemente.

Si alguna vez se puede apelar á este recurso, solo será quando sea poco el declivio de la ladera. Porque no hay que esperar subsista un canal, obra ó zanja siempre llena de agua, que está mojando sin cesar tierras recien revueltas. Se necesitará por lo mismo mucho repuesto de agua para suplir la que se desperdiciare con las evaporaciones. Tampoco se podrá contar con las inclusas, porque las mas estarán plantadas sobre tierra echadiza; y si se intentase hacer una excavacion bastante honda para construir el canal en terreno firme, sobre que sería espantoso el gasto, se tropezaría con el primer inconveniente.

Es

204 Es tambien aventurado guiar un canal por un valle muy angosto, porque le acometerán por todos lados los torrentes que indefectiblemente formarán las aguas despeñándose ácia el valle. Por causa de su angostura será forzoso asentar muchos trozos de la obra en tierra echadiza, cuyo vicio no podrá menos de ponerla á muchas contingencias. Y siempre que se quiera encaminar un canal por parages mas baxos que su madre, es indispensable levantar el terreno para buscar su nivel, y construirle allí como en el ayre; defecto que debe evitarse quanto cabe por los graves accidentes á que pone la obra, conforme reparó Belidor en el canal de Picardía. Conviene, pues, hacer todo lo posible para que las aguas del canal estén en todas sus partes bien encajonadas en el suelo firme, sin dexarse halucinar de una economía perjudicial. A veces por escusar una excavacion algo costosa, se dá motivo á gastos mucho mayores, porque es forzoso traer desde lexos mucha tierra echadiza; siendo este un motivo mas para mirarlo todo con muchísimo cuidado antes de determinarse. Pero si fuese forzoso asentar alguna parte del canal en tierra echadiza, se procurará darle con el mayor cuidado al terreno toda la posible firmeza, echando en el cuerpo de los diques batidos de arcilla de suficiente grueso, metiéndolos en lo firme quanto parezca necesario, y de altura que pase un pie la de las aguas mas altas; igual precaucion se usará respecto de los diques de tierra esponjosa.

205 Despues de asegurar el canal de todo accidente, conviene hacerle corto todo lo posible, así por ahorrar gastos, como por abreviar la navegacion. Mediante el tino con que determinare su rumbo, atendiendo á todas las circunstancias favorables y contrarias, acreditará el arquitecto su juicio, para lo qual es necesario considere y explore cuidadosamente todo el terreno por mayor, y muy por menor cada una de sus partes. El Ministro que desee obrar con prudencia en empresas de tanta importancia, debe

en-

encargar separadamente á muchos facultativos formen el proyecto del canal, señalando su direccion, porque siendo varios, dificultoso será que dexe de llamar la atencion de los unos lo que se les escapare á los otros. Todos estos facultativos tendrán que comunicarse entre sí sus observaciones asistiendo á sus conferencias sugetos inteligentes, que en caso de duda ó discordia puedan decidir. No hay otro medio de precaver las fatales conseqüencias del apego que algunos de ellos tuvieren á su dictamen, y los perjuicios que se les podrian seguir á algunos hacendados del empeño con que algunos de los facultativos quisiesen guiar el canal por las haciendas de otros. Los canales libres, si los hay, de imperfeccion son muy pocos: por cuyo motivo jamas puede sobrar cuidado siempre que se trata de precaver defectos en su construccion.

Es esencial huir de estanques y lagunas por lo dificultoso que es plantar en ellos diques sólidos, por cuyo motivo se guia por sus orillas el canal, aunque sea necesario dar algun rodeo. Pero si se hubiese de rodear mucho, se buscará modo de desaguar la laguna antes de empezar el canal, practicando lo que mas adelante diremos.

206 Despues de la direccion que ha de seguir el canal un punto de suma consideracion es el agua, porque sin ella no puede haber canal alguno navegable. Deben por lo mismo tomarse quantas medidas quepan para tener la suficiente, y aun sobrante sí fuese posible. Porque sobre padecer alguna interrupcion por falta de agua en años de mucha seca la navegacion de los canales, es mucha el agua que se pierde con las trasporaciones y evaporaciones, debiéndose agregar á estos desperdicios los que se originan de estar quasi siempre mal cerradas las puertas de las inclusas.

El agua necesaria para la navegacion de un canal puede sacarse de algun rio, ó de fuentes y arroyos, cuyas aguas se recogen y guardan en algun depósito ó estanque, desde el qual se la envia al canal á medida que se ne-

ce-

cesita, por cuyo motivo se llama estanque ó punto de distribucion, reparto ó repuesto.

Quando el fin es abrir comunicacion entre dos rios por medio de un canal que atraviesa una llanura, es muy fácil abastecerle de agua para el servicio de las inclusas, porque la suministrará aquel de los dos rios que esté mas alto, sucediendo rara vez que estén ambos á un nivel. Siempre que haya esta proporcion sumamente apreciable, no deberá ponerse reparo alguno en hacer excavaciones tan hondas como convenga en los parages de mayor altura que los demas, dado caso que no se puedan evitar, con tal que de aquí no se siga algun gasto excesivo.

207 Aunque el destino del canal no sea el que acabamos de decir, casos pueden ocurrir donde sea posible abastecerle de agua sangrando algun rio. Antes de intentarlo, será indispensable averiguar por medio de la nivelacion si el parage adonde se quiere encaminar el agua del rio es mas baxo que el parage donde se ha de hacer la sangría; porque si no lo fuese, será preciso hacerla mas arriba á la altura necesaria. Si por ser poco el declivio del rio, fuese forzoso irle á sangrar muy arriba, será del caso mirar primero si atajándole con alguna azud podrá conseguirse que suban sus aguas á la altura que se desea. Pero antes de apelar á este recurso convendrá tener entera seguridad de que no podrá seguirse ningun grave inconveniente, qual sería que en tiempos de avenidas inunden las aguas los campos, y no consienta el parage donde se haga el azud una inclusa para mantener la navegacion dado caso que la sufra el rio. Lo mas acertado será aprovechar una puente de fábrica, si la hubiese en las inmediaciones, ó levantarla de intento, si fuese necesario, con la mira de construir inclusas que detengan las aguas, y faciliten soltarlas siempre que convenga.

208 Con igual pulso debe elegirse el desembocadero del canal, por rezelo de que en las grandes avenidas acudan con sobrada abundancia las aguas del rio, y hagan alguna ir-

irrupcion desamparando su antigua madre, si acaso tubiese menos declivio que el terreno por donde han de pasar.

Este daño se precave haciendo en el desembocadero del canal una inclusa que sostenga las aguas del rio, y al mismo tiempo facilite el paso á los barcos, estén las aguas á la altura que estuvieren. Es natural preferir para desembocadero del canal el parage donde sea menos de temer se formen bancos de tierra, y las corrientes contrarias á la entrada y salida de los barcos. La caida de la inclusa que acabamos de proponer se ha de proporcionar de modo que su suelo esté, por la razon muy facil de adivinar, dos pies mas baxo que el nivel de las aguas mas baxas del rio.

En tiempos de avenidas correrán acaso tan turbias las aguas del rio, que podrian cegar el canal. Con la mira de precaver esta desgracia, haciendo si fuese posible allí cerca un estanque de bastante buque el qual solo se comunique con el rio por medio de una zanja con una inclusa de compuerta, porque deteniéndose allí las aguas se purificarán antes de introducirse en el canal por otra zanja. Por este medio recibirá el canal en todos tiempos aguas limpias, y sin mas trabajo que limpiar de quando en quando el estanque, cuya limpia se hará con la mira de que la navegacion se haga sin interrupcion alguna, en los tiempos de seca quando las aguas están baxas y libres del defecto que se desea precaver.

209 Si bastase una zanja sola para guiar las aguas que han de abastecer el estanque de repuesto de un canal distante del rio, se la sacará por medio de una inclusa de compuerta, cuyo piso esté mas alto que las aguas mas baxas lo preciso mas, y siempre que se quiera; se les dará el declivio que el terreno consienta, poniendo cuidado en que al ir á su paradero no se les junten aguas de los barrancos que no podrian menos de enturbiarlas.

Pero si el terreno careciese del suficiente declivio, se abrirán las zanjas tan hondas como quepa, y menos anchas,

chas, á fin de que teniendo en ellas el agua mayor altura, camine con mas rapidez, mediante lo qual no levantarán tanto su madre, y se desperdiciará menos con las evaporaciones.

La circunstancia de pasar por un pais todo llano un canal cuyo destino es abrir comunicacion entre dos rios, dos mares, dos provincias, es muy rara. En faltando, es preciso apelar á las aguas de fuentes y arroyos para abasto del canal, el qual tampoco puede ir siempre baxando desde un extremo á otro por medio de las inclusas. Es indispensable hacer, como en medio de ambos, un depósito, estanque ó punto de reparto; quedando dividido el canal, con corta diferencia, en dos partes, que cada una camina baxando por medio de inclusas á su paradero ó remate.

Es, pues, preciso, siempre que se ha de formar el proyecto de un canal con esta circunstancia. 1.º determinar desde luego el parage mas acomodado para el punto de repuesto; 2.º señalarle un sitio mas baxo que todos los manantiales, rios y arroyos cuyas aguas se le han de encaminar por zanjas; 3.º procurar que estas aguas sean perenes y en suficiente cantidad para abastecer el canal todo el año, particularmente en los tiempos de mucha seca, no solo en beneficio de la navegacion proporcionada al comercio que del canal se espera, mas tambien para reparar los desperdicios que causan las evaporaciones y trasporaciones, y el estar siempre mal cerradas las puertas de las inclusas; 4.º para mayor seguridad, bueno será tener la tercera parte mas del agua necesaria, porque de no padecer interrupcion alguna la navegacion pende la mayor utilidad de la obra.

210 Por consiguiente todo arquitecto hidráulico, siempre que haga nivelaciones para construir un camino, levantar una puente, &c. puesta á su cargo, debe enterarse de los puntos ó parages adonde se pueda guiar agua de manantiales ó arroyos, y de la cantidad que estos po-

drán suministrar. Debe reconocer con particular cuidado la direccion de las montañas de los alrededores, y su altura respecto del punto que está en medio de las fuentes que vierten sus aguas ácia lados opuestos; averiguar sí y quanto este punto está mas baxo que dichas montañas y otras mas distantes; saber que arroyos tienen en ellas su nacimiento; practicar algunas nivelaciones, así para señalar las alturas de las montañas, como para cerciorarse de que es posible guiar las aguas al punto propuesto, quando no mas de la necesaria, la suficiente por lo menos sin escasez.

211 Será igualmente esencial sepa quanta es la extension del terreno sobre el qual caen las lluvias que forman los manantiales cuya agua se propone encaminar al punto determinado, á fin de cotejarla con la del terreno que envia las suyas á otros canales conocidos con punto de repuesto, y apreciar en virtud de este cotejo la posibilidad del pensamiento. Si este cotejo se hace respecto de dos comarcas de un mismo clima y unas mismas circunstancias, la cantidad de agua será, con corta diferencia, proporcionada á la extension del terreno donde caen las lluvias que los forman. Pero aunque no se verifica esta proporcion quando los climas son diferentes, no por eso dexa de dar el cotejo bastante luz, con tal que por otra parte se sepa el agua que llueve un año con otro en cada una de ambas comarcas.

En las Memorias de la Real Academia de París para el año de 1773 se lee que en los últimos ocho años antes del expresado dieron las lluvias año con otro en Besiers, Ciudad de Languedoc, $16\frac{1}{4}$ pulg. de agua, quando los mismos años no llovieron año con otro en París mas que 14 pulg. 3 lineas; por donde se echa de ver que en Languedoc llueve como una octava parte mas que en París. Los experimentos de Mr. Maret, Secretario de la Academia de Dijon, hechos en la misma Ciudad, manifiestan que llueve allí cada año 26 pulgadas, esto es $\frac{1}{3}$ mas que en

en París, y como $\frac{1}{4}$ parte mas que en Languedoc.

De estas observaciones y otras muchas hechas en Italia por el Marques Poleni, se saca una conseqüencia algo estraña, y es que, en dichas regiones por lo menos, llueve mas en las Provincias meridionales que no en las septentrionales. Halló Poleni que en Padua dán las lluvias año con otro 43 pulg. de agua; es probable que el llover mas en Besiers y Padua que no en Paris, provenga de estar las dos primeras Ciudades mas próxîmas al mar; y como del mar se levantan muchos mas vapores que no de la tierra, esta es la causa de ser mas abundantes las lluvias en las costas que no en los parages mediterraneos. Es facil de adivinar por que en Borgoña, cuya capital es Dijon, llueve mas que en París y en Languedoc; está aquella Provincia en el parage mas alto de Francia, pues nacen allí los mas de sus rios, y hay muchos bosques y lagunas; siendo opinion comun, fundada en la experiencia, que en los países altos llueve mas que no en los que lo son menos.

Manifiesta igualmente la experiencia que, aun en un mismo clima, llueve mas en las comarcas de montañas que no en las llanadas; pues en las altas montañas de la Provincia de Laucastre en Inglaterra llueven año con otro 41 pulg. de agua, siendo así que en la llanura no llueven mas que 19 $\frac{1}{2}$.

212 Enterado que esté el arquitecto de todo lo expuesto hasta aquí, quiero decir, despues de haberse hecho cargo de todos los manantiales y arroyos, cuyas aguas se puedan recoger, hará las nivelaciones y aforos correspondientes. Las nivelaciones le darán á conocer el declivio de los arroyos útiles; por los aforos sabrá el agua que darán y entrará en el estanque de repuesto; la que de este se podrá sacar para la navegacion, sin apelar á la de otros estanques y arroyos; cuya precaucion es necesaria en tiempos de lluvias, por rezelo de que entrando turbias las aguas en el punto de reparto depongan porquerías. Este daño se precaverá haciendo estanques 7 ú 8 pies mas al-

tos que el punto de reparto, que se puedan abrir y cerrar á arbitrio, donde se recojan las aguas, para abrirlos despues de estar purificadas las que hubieren entrado turbias.

De la cantidad de agua que se necesita ó pueden dar las fuentes y arroyos pende el buque del punto de reparto, en el qual es muy del caso quepa mas agua de la necesaria, á fin de que la que se traiga desde lexos tenga tiempo de venir á reemplazar la que se gaste en dar paso á los barcos, de modo que no padezca interrupcion alguna la navegacion. Porque si el canal no tuviese agua todo el año, proporcionará una navegacion muy interrumpida; por lo que, debe mirarse con sumo cuidado todo quanto pertenece al punto de reparto, y contar lo menos que se pueda con las aguas de lluvias y de deshecho de nieves.

213 Si el punto de reparto pudiere colocarse en algun valle rodeado de montañas por todos lados, será esta circunstancia de mucho precio. Se podrán recoger aguas de los quatro lados por medio de zanjas que sigan el contorno de los cerros, dándoles suficiente declivio á fin de que den agua que ocupe el lugar de la que los barcos consumen en los tiempos que está el comercio mas floreciente.

A estas zanjas se les dará un declivio de 1 pulgada por 100 varas, y un poco mas á las que diesen mayor rodeo. Desde los estanques particulares al de repuesto se señalarán con jalones lineas de nivel, levantándolas 1 pulgada por cada cien varas, cuyo mapa se trazará despues, el qual señalará el sitio de las zanjas, que desde ellos se han de abrir hasta el de repuesto; y levantando despues la linea del nivel de las zanjas 7 pies, se tomará la planta de los estanques á dicha altura, mediante lo qual cada uno tendrá 7 pies de agua util, siempre que sea necesario, para el canal. Se proseguirá señalando con jalones todas las lineas de nivel, y levantando siempre la linea 1 pulg. por cada 100 varas, quando no formare recodos, y $1\frac{1}{2}$ ó 2 pulg. quando los tu-

tuviere. Estas zanjas irán á parar á los arroyos que por los aforos se sepa podrán dar agua suficiente sin necesidad de irla á buscar mas lexós.

Para sacar, si fuere menester, mas agua, se proseguirán las zanjas hasta la cumbre de las montañas; pero lo mas regular y acertado es proseguir la operacion hasta los parages no mas donde empieza á ser poco el caudal de los arroyos; siendo máxîma general aprovechar solo los perenes por la razon que qualquiera puede adivinar.

214 Señalada que esté la direccion de las zanjas, se aforarán todos los arroyos que en ellas desaguaren en los mismos parages donde encuentran los arroyos, cuyos aforos deberán practicarse en diferentes tiempos y estaciones por espacio de dos años seguidos, y siempre ocho dias por lo menos despues de las lluvias, y quando los arroyos no llevan mas agua que la de manantial.

La operacion de aforar los arroyos se hará con el nadador echando al agua una bola de madera dada de blanco, y contando los segundos que gastare en andar un trecho determinado, cuyo método es bastante seguro siempre que los arroyos son profundos de 8 á 10 pulg. pero quando son muy anchos y hondos 2 ú 3 pulg. no mas, es poquísima la velocidad de su corriente cerca del suelo. Entonces, para hacer con toda escrupulosidad el aforo, es necesario hacerle tres veces por lo menos en cada uno en un mismo parage, y tomar la velocidad media entre las dos que discrepen menos una de otra. Se tomarán tambien muchos perfiles de los arroyos en los parages donde su ancho es con corta diferencia uniforme; quando sus orillas fuesen irregulares, se mandarán componer con el azadon. Despues de medir tres perfiles por lo menos en cada operacion, se tomarán perfiles medios.

Una de las mayores dificultades que suelen ofrecerse en todas estas mediciones, es que los mas de los arroyos que se aforan están mas abaxo de uno, dos, ó tres molinos, unos mas arriba de otros, los quales á veces andan to-

dos á un tiempo, otras no, ó ninguno anda. Hay por consiguiente una variacion notable de un dia para otro en el producto de estos arroyos; el qual es tambien muy diferente á alguna distancia de los molinos, y segun se mide poco ó mucho despues de alzadas las compuertas. Este es el motivo porque los aforos se han de hacer en diferentes circunstancias; 1.º quando los molinos no andan; 2.º quando andan; y sabiendo quanto tiempo anda cada dia un molino, se sabrá la cantidad media de agua que lleva el arroyo, cuya operacion saldrá bastante cabal si pudiere darse crédito á la relacion de los molineros; 3.º á veces estos arroyos atraviesan grandes lagunas antes de llegar al molino, y entonces se deben aforar antes que entren en las lagunas. Pero este método puede engañar, porque en las lagunas hay muchos manantiales que no se ven, y con los quales no se puede contar; lo mejor es llevar solo en cuenta el agua de los arroyos.

Hay tambien otro medio que padecería pocos inconvenientes, si se supiera con certeza el tiempo que los molinos pueden andar cada año, y el tiempo que el agua se va por los ladrones. Pero es muy dificultoso saber estas cosas con certeza, porque los molineros ocultan por ignorancia ó mala fé el producto de sus molinos. No obstante, es preciso fiarse de su relacion en muchos casos, y dar crédito á los naturales del pais; porque los demas medios no dan en muchos casos medidas ni aproxîmadas siquiera; y al cabo, de sus informes se sacará que hay antes poca agua que no sobrante, lo que no puede perjudicar.

215 Tambien se puede contar con el agua de los arroyos aunque no sea posible encaminarla al punto de reparto, por correr mucho mas baxos, con tal que se la pueda introducir en el mismo canal. Quanto mas altos fueren los parages por donde caminan estos arroyos, tanto mas socorridos serán; pues aunque no puedan servir para las inclusas de mas arriba, á las quales solo el punto de repar-

parto podrá abastecer, servirán para las de mas abaxo. Si el agua que de este modo se recogiere á trechos fuere mas de la necesaria, se aprovechará la que haga al intento no mas, dexando correr la sobrante por ladrones ó desaguaderos hechos en los parages mas á propósito. Con todo, lo mas acertado será valerse de aguas de manantial, las quales no corren riesgo de enturbiarse, desechando las que provinieren de lluvias y nieves, las quales siempre acarrean légamo y porquerías con las quales se ciega en poco tiempo el canal; por cuyo motivo solo pueden aprovecharse estas aguas quando no hay otro recurso.

216 Pero con el agua de los manantiales no se debe contar sino despues de saber con quanta certeza cabe las alteraciones que pueden experimentar. Consta de repetidas observaciones que si dexa de llover dos meses, los mas mérman la mitad; al cabo de quatro meses que no ha llovido, merman tres quartas partes, agotándose tambien algunos sin volver á su primer estado hasta algun tiempo despues de las lluvias abundantes. Por cuyo motivo, siempre que en el pais corra algun rio por terreno bastante elevado, de modo que en todos tiempos se puedan encaminar sus aguas al canal, deberá preferirse sin el menor reparo este medio á todos los demas menos seguros, sin dexarle aunque el punto de reparto esté acaso á mucha distancia del rio, pues el gasto le pagará sin duda alguna una navegacion nunca interrumpida.

Siempre que falte este medio, será forzoso apelar á los arroyos, encaminando, conforme se dixo antes, sus aguas al punto de reparto. Si en un pais montañoso, abundante de manantiales y arroyos, formasen las montañas hoyadas que puedan servir de estanques, se recogerán allí las aguas sosteniéndolas con fuertes diques. Estas aguas serán muy socorridas en tiempos de seca, quando suelen estar agotadas las que sirven de abasto al canal.

217 Pero sáquese el agua de algun rio, ó de manantiales y arroyos, debe siempre llevarse en cuenta la que con-

sumen las evaporaciones y trasporaciones. Halló el Ingles Halley que la evaporacion media de una agua puesta al raso es, en verano, de $\frac{1}{10}$ pulg. por hora, y que, en general, el agua que se evapora tiene con la que cae la proporcion de 5 con 3. Por esta cuenta, en un pais donde llueven v. gr. 26 pulgadas de agua al año, la evaporacion que experimentan principalmente los estanques, canales, ú otras aguas mansas, es de $43\frac{1}{3}$ pulg. Como es menor la evaporacion del agua que corre por zanjas, se puede computar que la de todas sea de 42 pulgadas. Por lo que toca á la merma procedente de las trasporaciones, no es posible apreciarla con puntualidad, porque pende de la naturaleza del terreno donde están el punto de reparto y los estanques, y por donde corre el canal; obligando estas consideraciones á explorar con todo cuidado si podrá contener el agua, y que obras se necesitarán quando, por ser muy árido y esponjoso, la perdiere de contino. Terrenos hay que una vez bien empapados, guardan el agua sin notable merma; pero otros hay por donde se va perdiendo sin cesar, por mas que los apisonen para cerrar sus poros. No hay otro recurso quando este vicio se halla en algunos parages de corta extension, sino echar batidos de arcilla; pero si el vicio se notase en todo lo que el canal ha de coger de largo, serian exôrbitantes los gastos que ocasionaría, y no habria mas remedio que desistir de la empresa, ó guiar el canal por otra parte. El reconocimiento de que acabamos de hablar es de suma importancia; por consiguiente ningun cuidado es por demas quando se hace, y se desea averiguar la variacion de las aguas que se quieren aprovechar. El que no quiera errarlo, tiene que ir con frecuencia á reconocer los parages para enterarse de su estado en las diferentes estaciones del año, preguntar á las gentes del pais las noticias que les hubiere dado la experiencia, y guardarse de formar juicio con precipitacion.

218 Debe precaverse con sumo cuidado el que puedan entrar

trar en el canal aguas estrañas turbias ó con demasiada abundancia, porque ocasionarian socavaciones y depósitos terrosos que muy en breve le arruinarian ó cegarian. Esto se consigue por medio de ladrones y escurrideros, cuyas obras, al paso que sirven para mantener el agua á la altura que pide la navegacion, proporcionan salida á las aguas de lluvia que acudirian al canal, ó á otras que no se necesitan. En derecho de estos escurrideros conviene haya tambien ladrones ó desaguaderos de suelo, muy socorridos para vaciar y limpiar los trámites del canal; siendo por lo mismo muy del caso estén los escurrideros cerca de las inclusas, á fin de que pueda cuidarlas el inclusero. Estos ladrones de suelo tambien pueden colocarse separados de los escurrideros.

Los ladrones de suelo son sobre todo muy del caso en los trámites largos del canal, porque ahorran á los incluseros, quando se ha de dar salida á mucho volumen de agua, el trabajo de abrir una despues de otra las inclusas inferiores, proporcionan tambien vaciar los trámites mas baxos que las inclusas siempre que hay necesidad de repararlos.

Los escurrideros se han de colocar en los parages del canal mas cercanos á los rios y terrenos baxos por donde ha de correr el agua que por su medio se aparta ó saca del canal, y quanto se pueda en derecho de los terrenos de mayor consistencia, á fin de que las zanjas por donde se ha de guiar el agua estén menos expuestas á socavaciones.

En el grueso de los diques del canal son muy á propósito los escurrideros para introducirle las aguas claras de algunos rios y manantiales, que en muchas partes pueden abastecerle, y reparar los desperdicios de que hablamos antes de ahora.

219 Como el canal no puede menos de cortar en varios parages de su curso los caminos necesarios para la comunicacion de unos pueblos con otros, y de los labradores con sus haciendas, es preciso levantar puentes de fábrica, cu-

cuyo arco debe ser porcion de circunferencia de circulo, porque proporciona esta curva mejor que otra alguna hacer debaxo del arco el anden correspondiente; cuyas puentes deberán levantarse, si se pudiere, cerca de las inclusas, á fin de que estriben en sus paredones ó costados prolongados.

Tal puede ser la direccion del canal, que haya de salvar algun rio, en cuyo caso se le encaminará por una puente llamada gallipuente por debaxo de cuyos arcos pasará el rio.

Por debaxo del canal hay que hacer aqüeductos que dén paso libre á algunos arroyos que le atraviesan, ó le proporcionarán á las aguas de lluvia y á las que se juntan en los contrafosos, las quales, por muy puercas ó correr muy baxas, no deben ó no pueden entrar en el canal.

220 Despues de determinado el rumbo del canal con arreglo á todo lo prevenido hasta aquí, se hará un mapa particular por una escala bastante perceptible, á fin de señalar distintamente todos los objetos que sean parte esencial ó accesoria de la obra, y hacer un abance con expresion de la cantidad de terreno que será preciso tomar, y de sus porciones por menor, con números que manifiesten su valor apreciado por peritos ante algun juez ó persona para ello autorizada. En el mapa se figurará un corte del canal por su largo desde el un extremo al otro, y otro por su ancho, cuyo perfil dará á conocer la naturaleza de las tierras, las alturas, cuestas, contracuestas; en el corte se señalará el sitio de las inclusas, de los puentes, calas, gallipuentes, y de todas las obras que poco ha hemos especificado, manifestando quanto conducen para que salga cabal, perfecta y duradera la obra. Acompañarán dicho mapa diferentes cortes por el ancho del canal, que dén á conocer todos los objetos de importancia, con expresion del contrafoso cuyo destino es dar curso á las aguas estrañas. Con estos perfiles se presentarán tambien estados que especifiquen todo quanto haya de servir

servir

vir de fundamento al abance general, especialmente los sondeos hechos para averiguar la calidad del terreno donde se habrá de romper la madre, con el fin de apreciar, al poco mas ó menos, quanto costará cada vara cúbica de excavacion.

Al mismo tiempo que se esté haciendo lo que acabamos de decir, se irá informando el arquitecto de la calidad de los materiales que ofreciere el pais, de su distancia á los parages donde se hubieren de gastar, y su coste llevados á la obra, del jornal de los operarios de toda clase. Todo esto es necesario para que pueda acompañar los planes y perfiles de toda especie con una medicion que sirva de fundamento al abance general, el qual acabe de determinar la execucion de la obra, y dé luz para tratar con los asentistas que acudieren.

Evacuado todo esto, se hará la primer parte del abance, la qual debe incluir todo el largo del canal, dividido en muchas partes unas á continuacion de otras, de modo que las divisiones vengan señaladas con objetos muy notables, quales son rios, lagunas, pueblos, &c. por donde haya de pasar el canal. En cada una de estas partes se expresará el ancho y profundo de la excavacion necesaria, los contrafosos, las zanjas, &c. la naturaleza del terreno, señalando al margen el coste de la excavacion, y el destino que se podrá dar á las tierras segun su calidad. Tambien se expresará la disposicion y corte de las caidas, distribuyéndolas lo mejor que se pueda con arreglo á lo que sobre este punto diremos en su lugar, por no hacer excavaciones inútiles; lo propio se hará respecto de las inclusas, de los gallipuentes, puentes, y ladrones para dar entrada y salida á las aguas que el canal recibiere por los lados; en suma, respecto de todas las obras necesarias para la construccion del canal, llamando cada una con el nombre del lugar mas cercano.

En la segunda parte del abance se recordarán todas estas obras, explicando con entera individualidad la forma,

ma, edificacion y coste de cada una, á fin de que sumando lo que costaren entre todas con el coste de la excavacion de las tierras, y el valor de las que se comprasen, se sepa con entera individualidad quanto vendrá á costar toda la obra.

Construccion del canal.

221 Aprobado que esté el canal en vista de estos abances, suponemos que queda resuelto se construya. Acabemos, pues, de ilustrar á los que se han de encargar de su execucion, enseñándoles como han de hacer cada una de sus partes. Empezaremos por las dos principales, es á saber, la zanja que ha de servir de madre á sus aguas, y las inclusas; seguirán despues las demas, como puentes, gallipuentes, escurrideros, &c.

Zanja del canal.

222 Antes de abrir la zanja han de estar señaladas en el terreno sus dimensiones y alineaciones, y todas las obras con igual puntualidad que en el mapa. Por lo que mira á sus dimensiones, claro está que el ancho y alto del canal ha de ser proporcionado al agua necesaria para los barcos que le han de navegar, segun sea su buque. Para tratar este punto fundamental con la generalidad que corresponde, supondremos que estos barcos calen 5 pies de agua; cuyo supuesto, y las dimensiones, que, segun se verá, en él se fundan, alterará el conocimiento del práctico, conforme varíen las circunstancias.

223 El canal tendrá 30 pies de ancho en su suelo, 60 por arriba, y 7 pies 6 pulg. de fondo ó altura, de los quales el agua cogerá 5. Es muy del caso, por la razon que despues se dirá, dar á un canal un pie mas de agua que la que calan los barcos cargados. Cada uno de sus diques tendrá 18 pies de ancho; su escarpa del lado interior será

rá de 2 pies de basa por pie de altura, y de 18 pulg. no mas del lado opuesto por pie de altura, estando á un nivel el suelo de la zanja entre cada inclusa y su inmediata. En los lados exteriores de los diques se plantarán árboles, 18 pies lejos unos de otros en la direccion del canal, y 2 pies lejos de la orilla exterior de los mismos diques, echando en su grueso de estos, al tiempo de levantarlos un batido de arcilla para precaver las trasporaciones. Quando el canal corra por alguna ladera, se abrirá mas allá del dique del lado de la cuesta, un contrafoso ó contracanal, paradero de las aguas que por ella baxaren; dexando entre el contrafoso y el pie de la escarpa del dique una faxa de 6 pies de ancho, que ataje las trasporaciones.

Pero si fuese muy empinada la cuesta, como quando el canal sigue la falda de una montaña, por la qual se despeñarán ácia sù madre con alguna violencia las aguas de lluvia ó de tempestad, será prudencia precaver los graves daños que de aquí se le seguirian. Con esta mira se abrirán, como en el caso antecedente, mas arriba del dique superior y paralelos con él, contrafosos adonde vayan á parar las aguas perjudiciales, desde los quales se guiarán por aqueductos que pasen por debaxo del canal á algun rio inmediato si le hubiere, ó á otra parte donde no puedan hacer daño. Entre el contrafoso, cuya cabida se regulará por lo empinado y la extension de la cuesta, y por la superficie de las tierras cuyas aguas hubiere de recibir, y de las salidas que estas tuvieren, se dexará una faxa bastante ancha, que tambien atajará las trasporaciones del agua del canal. El ancho de los contrafosos será en general por arriba desde 12 á 18 pies, de 6 pies en su suelo, y 4 pies de altura. Las faxas serán anchas 9 pies, y tendrán 2 pies de escarpa por pie de altura del lado del contrafoso. Todas estas dimensiones se modificarán segun las circunstancias locales.

Quando la cuesta por donde corre el canal, sobre ser al-

algo pina, sea arenisca, se asegurará la obra con todo cuidado de los derrumbamientos que puede ocasionar la calidad del terreno. Por cuyo motivo las escarpas tendran de basa vez y media su altura, y llevarán de 9 en 9 pies mesillas que influirán no poco en impedir tanto daño. Las mesillas tendrán, del mismo modo que los diques, un contradeclivio ácia el lado inferior, el mismo que el de la cuesta, á fin de resguardar tambien la escarpa, que quando lloviese estaría mas expuesta todavía.

Bien se echa de ver, conforme dexamos insinuado, que el contrafoso se ha de abrir mayor ó menor segun sea la cuesta mas ó menos empinada, y el ímpetu y abundancia de las aguas que ha de recibir. Acerca de este punto con dificultad podemos proponer cómputo alguno general; por ser, y queda probado, muy pocos los paises y comarcas donde llueve una misma cantidad de agua, siendo forzoso tomarse el trabajo de hacer esta averiguacion en cada caso particular. Averiguado esto, se calculará la cantidad de lluvias que correspondiere á cada vara quadrada, y despues de valuada la basa orizontal de la cuesta, midiéndola por su largo y ancho, en varas quadradas, se sacará la cantidad de pies cúbicos de agua que habrá de recibir el contrafoso, si la hubiere de recibir toda, en el supuesto de que corra con lentitud. Al determinar por este cálculo la cabida del contrafoso, se tendrá presente la mayor ó menor facilidad con que podrán pasar las aguas por los aqueductos y demas salidas que se les proporcionen. Este punto es de suma consideracion, porque faltas las aguas de la correspondiente salida, y atajadas de los diques del canal, ocasionarán inundaciones fatales para los campos, y sobre todo á las caserías inmediatas ó cercanas.

224 Todo canal que pasa cerca de algun rio necesita, del lado de este, diques mas gruesos, y 3 pies mas altos que las aguas mas altas, por rezelo de que en tiempo de avenidas las aguas del rio se junten con las suyas. Pero quando

do haya de correr demasiado cerca del rio, será forzoso, si no hay otro remedio, romperle á este nueva madre; donde no, será de mucho perjuicio para el canal.

225 Como es muy importante escusar las excavaciones muy hondas, la escarpa de pie y medio por pie solo es necesaria en los parages donde hay desmoronamientos que temer; dando menos escarpa quando el terreno sea de mas consistencia, ora esté llano ó en cuesta. Si fuese v. g. de marga dura ó toba muy compacta, que el agua no desmorona, bastará dexar 6 pulg. de escarpa por pie, y 3 no mas quando la zanja se abra en peña viva. Entonces se dexan á trechos mesillas para baxar al suelo del canal siempre que ocurra limpiarle. Tambien podrá dexarse menos ancho el anden, dándole 12 pies no mas. Por la misma razon de economía se hará tambien menos ancho el canal donde esté abierto en peña viva, de modo que no se dexe mas paso que para un barco de uno ó dos remos, ó calas en los lados, adonde, quando se encuentren dos barcos navegando por rumbos opuestos, pueda el uno arrimarse.

Si el canal hubiere de estar metido mas de 7 pies en el terreno natural, aconseja Belidor que se levante una plataforma, cavando en ella la madre, con su anden de cada lado de 21 pies de ancho, y 7 pulg. de declivio por la parte exterior.

Pero si el canal hubiese de atravesar alguna laguna mas baxa que el suelo del canal, se levantará, segun dicho autor, una plataforma mas ancha que la antecedente, en el caso de ser la tierra suelta y falta de miga; por cuyo motivo la plataforma tendrá por lo menos 182 pies de ancho. Encima de ella se levantarán los dos diques de 35 pies de grueso cada uno en la parte de arriba; formándolos de la tierra que se sacare de los contrafosos, y dexando faxas de 70 pies las quales por su ancho puedan suplir la poca solidez de la obra.

Lo cierto es que no hay obra de tanta dificultad como

mo levantar buenos diques para un canal que atraviesa una laguna. No obstante, se llega á vencer esta dificultad llevando mucha tierra del mismo modo que se hacen las calzadas. Si el suelo fuese un banco de turba, y bastante la altura del agua necesaria para la navegacion, no dexará por eso de aguantar el peso del dique. Es tierra que en estando mojada y cubierta, como suele estarlo, con una cama de tierra ó guijo de unos 3 pies de alto, se pueden labrar encima casas sin rezelo alguno; por consiguiente mejor aguantará todavía sin hundirse el peso de un dique.

Quando por ser poca la altura del agua sea preciso cavar la zanja 2 ó 3 pies mas, no por eso dexarán de levantarse los diques; sí convendrá dexar del lado interior del canal una faxa ancha 10 ó 12 pies, asegurándola, segun las circunstancias con pilotes y tablestacas hincadas quanto se pueda en lo firme, aserrando sus cabezas al nivel de las aguas mas baxas, porque no se pudran, y enlazando esta especie de resguardo todo lo que pidan las circunstancias. Por lo que mira al modo de profundizar la zanja en una laguna imposible de desaguar, acúdase á lo dicho antes.

226 El terreno aquático que obliga á mayor cuidado para abrir zanjas, es el de turba, siendo peligroso dexarle sin agua quando sostiene por los lados el peso de algunos edificios. Refiere Belidor, que habiendo mandado al Magistrado de Amiens, Ciudad de Picardía, limpiar el rio Soma, que la atraviesa encajonado entre dos espolones sobre los quales hay casas, se le encaminó por otro brazo. No bien estuvo sin agua la madre del rio, quando se encargó á una quadrilla de peones abriesen una zanja de 4 á 5 pies de hondo por 6 pies de ancho. Como la madre del rio es un banco de turba de unos 10 pies de grueso, al dia siguiente se reparó que la zanja se habia angostado la mitad, echándose de ver que así los espolones como las casas habian hecho algun movimiento ladeán-

deándose ácia el rio, cuyo daño, si no se hubiese atajado, hubiera causado en aquel mismo dia la ruina de todos aquellos edificios. La fortuna fué que un sugeto muy enterado de la naturaleza de aquel terreno aseguró que, para precaver tanta desgracia, no habia mas remedio sino volver quanto antes el rio al brazo desaguado, con el fin de que el agua llenase los poros de la tierra. Siguióse este dictamen, y se experimentó el beneficio, sin que desde entonces se haya notado en los edificios sentimiento alguno.

Síguese de aquí, que si ocurriese romper un canal en terreno de turba, será necesario y acertado hacer por partes la excavacion, dexando de seis en seis pies testigos, á manera de poyos de 10 á 12 pies de grueso en todo su ancho, para que sostengan sus orillas contra el empujo de los diques mientras se trabaje en seco. Para cuyo fin se dividirán los intervalos precedentes con otros poyos menores atravesados, lo que facilitará agotar el agua de cada division, á medida que se vaya rompiendo la madre, y dexarla entrar, despues de rota hasta el suelo, porque ya no será de temer ningun empujo lateral. Concluida la excavacion, se quitarán lo mejor que se pueda los poyos, que han de estar todos á plomo, porque la turba no se derrumba.

227 Añadiremos de paso que tambien es muy arriesgado hincar sin suma precaucion pilotes cerca de algun edificio plantado sobre un banco de turba, porque con los golpes corre peligro de desunirse. Trae Belidor que un vecino de Amiens mandó echar puntos á la pared testera de su casa, que estaba á la margen del rio Soma. El maestro de obras plantó, para mayor seguridad á su parecer, una fila de pilotes en tiempo que las aguas estaban mas baxas; pero apenas se habia hincado el primero, 4 ó 5 pies con un mazo de 300 libras, quando otra pared que estaba á esquadra con la primera se abrió de arriba abaxo, por cuyo motivo se desistió de la obra.

228 Claro está que los diques de un canal que pase cerca

de algun rio han de ser mas gruesos, y 3 pies mas altos que las aguas mas altas, á fin de que quando venga alguna avenida no entren las aguas del rio en el canal. Pero si este pasare demasiado cerca del rio, será forzoso romperle á este nueva madre para desviarle; donde no, causará mucho daño á la obra.

Todas las dimensiones especificadas hasta ahora han de estar muy señaladas, como queda dicho, en el terreno con igual puntualidad que en el mapa. Y como la direccion del canal no puede estar toda en sola una recta, por causa de muchos estorbos, algunos expresados en su lugar, seguirá por lo mismo diferentes lineas, que formarán unas con otras diferentes ángulos, los quales han de estar señalados en el terreno con igual escrupulosidad que las demas obras, y sobre todo las inclusas, con hitos plantados en tierra, y otros entremedias en las alineaciones mas largas; todo ello con arreglo á las nivelaciones executadas en lo que coja de largo el canal. En los hitos se graban guarismos por el orden que están plantados; pero en los que señalen el sitio de las inclusas se graban números romanos en la cara opuesta á la que lleva el guarismo. En la cabeza de los hitos plantados en los extremos de las alineaciones mas largas, se señala el ángulo que forman unas con otras, y en las cabezas de los demas se señalan lineas tiradas puntualmente en la direccion del canal, con el fin de que se distingan mejor de los otros.

Al tiempo de abrir la zanja, los ángulos que cada una de estas direcciones formare con la inmediata se suavizarán, de modo que sus lados, de unas 70 varas cada uno, vengan á ser los ramos de una curva cuya tangente sean sus extremos. La razon de esta prevencion es muy obvia, y deberá tenerse presente y poner en práctica como no lo impidan algunas circunstancias locales.

229 Así que esté trazada y muy señalada la linea del medio del canal con hitos plantados en tierra, dispuestas que estén y señaladas las nivelaciones con arreglo á los perfiles,

les, determinada y asegurada la altura con fuertes piquetes plantados en tierra á este intento, y señalada en su cabeza lo profundo de las excavaciones que en cada parage se habrán de hacer, se trazarán en cada lado de la linea del medio otras dos paralelas con ella, señalando las dos menos distantes el ancho del suelo del canal; y las dos mas distantes su ancho por arriba. Cada una de las dos primeras se guiará, por lo dicho, 15 pies lejos de la del medio, con lo qual el suelo del canal será ancho 30 pies; cada una de las otras dos se guiará 30 pies lejos de la del medio, con lo que el ancho del canal por arriba será 60 pies.

Los 7 pies 6 pulg. que ha de tener de alto el canal, se medirán en medio de su zanja, y así su escarpa será de 2 pies por 1 pie de alto, y las cumbres ó pisos de los diques estarán 2 pies 6 pulg. mas altos que el nivel del agua, la qual suponemos de 5 pies en todo el canal.

230 Despues de quitar en cada lado de la linea del medio las tierras vegetales de la superficie del sitio que ha de ocupar el canal con sus diques y contrafosos, las quales acaso podrán servir para el batido expresado, se empezará el rompimiento de la zanja en la direccion de la linea del medio. Pasarán despues á sus dos lados los obreros para quitar la tierra y llevarla al sitio donde se han de levantar los diques. La zanja se abrirá á manera de tarima, dexando á trechos rampas y mesillas que faciliten llevar la tierra en carretillas ú otro ingenio, el que mas acomode. En llegando á la profundidad donde ha de estar el suelo del canal, que desde una inclusa á su inmediata ha de correr por un mismo nivel, se plantarán otros piquetes que determinen puntualmente su nivel, el qual se ha de seguir y señalar cuidadosamente en la direccion de su largo y ancho, poniendo las señales á trechos en medio y en los lados de la zanja. Ultimamente se concluirá la excavacion, y allanará el suelo del canal.

Concluido esto, ya se podrán arreglar sus escarpas, las quales, segun diximos, han de tener dos pies de basa por pie de altura. Para cuya maniobra se trazarán las escarpas arriba y abaxo con cordeles de 35 varas de largo por lo menos, dirigiendo é igualando los declivios por el mismo plano mediante plantillas de madera de forma y dimensiones adequadas, las que se distribuirán á las quadrillas para la acertada execucion de la obra. Se pondrá muchísimo cuidado en que las escarpas no tengan hoyos, lomos, ni surcos, y estén perfectamente desengauchadas y muy iguales en toda su extension.

Antes de gastar las tierras procedentes del rompimiento de la zanja en levantar los diques de los lados, se cavará el terreno natural hasta lo vivo, se arrancarán y quitarán los céspedes, cepas, plantas y todos los cuerpos estraños capaces de estorbar la trabazon del suelo natural con estas tierras echadizas. Si esta trabazon no fuese tan perfecta como conviene, se originarán madrigueras y trasporaciones muy perjudiciales á la obra. Con igual cuidado se desharán los terrones, igualando al mismo tiempo las tierras echadizas, de modo que no quede hueco alguno, y todas hagan asiento por igual. En las orillas de los diques del lado del canal se echarán las tierras vegetales procedentes de estos vaciados, así para impedir las trasporaciones, como para dar mas cuerpo á las escarpas, y por ser muy adequadas para que prevalezcan las semillas que en ellas se siembren.

El piso ó cara superior de los diques, en la direccion de su largo, se pondrá á un nivel, del mismo modo que el suelo del canal, hasta las inmediaciones de las puentes ó inclusas, donde, por ser estas mas altas, se harán rampas que faciliten la subida, y proporcionen mayor comodidad para servicio de la navegacion; pero el piso de los diques desde un lado á otro, esto es, en la direccion de su ancho, tendrá un declivio de media pulgada por pie ácia los campos para que arroje ácia ellos las aguas de llu-

via,

via, que con esto no harán surcos, ni daño alguno á las escarpas, cuyo punto es de la mayor importancia.

231 Con la mira de precaver y atajar las filtraciones, á que podria dar lugar el terreno por donde corre el canal, segun sea su calidad, (y esto sucederá indefectiblemente si fuese cascajoso, por ser el de esta naturaleza poco á propósito para consolidarse por sí), se abrirá, antes de echar las tierras que han de formar los diques, una zanja, donde se tenga por necesario, en la qual se echará el batido de arcilla, y tierra franca, de otros 5 pies de grueso, que entre unos 5 pies mas abaxo que el piso del canal. Se le darán al batido 2 pies mas de altura que al nivel del agua, porque con el asiento que hará, se quedará solo un pie mas alto que dicho nivel, y esto es lo que corresponde. Estas zanjas han de correr quanto se pueda por el medio de los diques, á fin de dexar entre la escarpa del canal y la arcilla ó tierras vegetales del batido suficiente distancia que resguarde la escarpa de los daños que le causarian hinchándose despues de mojadas. Los batidos han de entrar en la tierra 5 pies mas abaxo que el suelo del canal, á fin de que contraresten mejor el peso del agua, la qual no podrá, mediante esta precaucion, abrirse paso alguno por debaxo de los diques.

La zanja del batido no debe abrirse toda de una vez, sino por partes de 14 á 18 varas cada una; así será facil sacar el agua que no dexará de encontrarse antes de llegar el rompimiento á la profundidad determinada, cuya agua serviría de no poco estorbo.

232 Allanado que esté el suelo de la zanja, se le echarán las tierras apisonándolas por camas de 9 pulgadas de grueso, las que se rociarán á fin de que hagan mas pronto su asiento y se consoliden, quitando con sumo cuidado á la tierra el guijo, toba, arena, todos los céspedes y raíces, y deshaciendo los terrones. Así que llegue el dique á la altura señalada, se rematará su cumbre en lomo, apisonándole é igualándole, á fin de que se escurran las

aguas de lluvia, y no vayan al canal.

En los parages donde el canal pase cerca de algun rio, se dexarán, mas allá de los diques, contrabanquetas de las dimensiones correspondientes, para resguardarle del daño que podrian causar las avenidas repentinas del rio, ó quando salga de madre. En la escarpa interior de las contrabanquetas se plantarán los céspedes arrancados antes de levantar los diques, y tambien se revestirán de piedra en caso de necesidad, con lo que resistirán mejor el choque del agua. Pero si por subir el agua del rio en las grandes avenidas mas arriba del nivel de los diques, hubiese rezelo de que se introduzcan en el canal, se harán contradiques, cuyas escarpas empezarán desde el pie exterior de la escarpa del dique. Estos diques serán unos 4 pies mas altos de lo que suban las aguas mas altas; con su escarpa de cada lado, de modo que la del lado del dique tenga de basa los $\frac{2}{3}$ de su altura, y mas tambien, si la calidad del terreno lo pidiere, y la del otro lado pie de basa no mas por pie de alto; su pie será ancho 14 pies.

233 Es caso posible que en lluvias abundantes ó de tempestad baxen las aguas tan aceleradas desde las partes altas á los contrafosos, que, por hallarse oprimidas, socaven algunas partes, y cieguen otras, segun sea el terreno mas ó menos tenaz. Entonces es necesario fortificar con un enfaginado los parages que corran mas riesgo de ser robados, cuyo resguardo se compone de una ringlera de faginas en el suelo con otras atravesadas encima.

En el mismo caso de pasar el canal por la ladera de una montaña, conviene resguardar la cumbre ó piso de los diques, su escarpa, &c. de los surcos ó barrancos que podrian hacer las lluvias copiosas. Este resguardo se hace plantando como un pie lejos de las escarpas un zarzal vivo y muy igual, á fin de que, si por ser de poca miga ó arenisca las tierras llegasen á desmoronarse, las detenga el zarzal. Y para lograr mejor este intento, se asegurará el

zar-

zarzal, mientras toma alguna consistencia, echándole detras un enfaginado ó encañizado. Igual precaucion se tomará del lado de la cumbre de la ladera para detener las arenas, piedras ó guijo que las aguas arrastraren desde arriba. Por cuyo motivo estos zarzales se plantarán mas espesos que los de antes, y 6 ó 7 pies detrás, para precaver que las aguas los desarraiguen y hagan socavaciones.

234 Siempre que sea forzoso abrir al rio que corra cerca del canal nueva madre en algunos parages, se la guiará de modo que echando en sus extremos un macizo de fábrica suficiente, y á propósito para que las trasporaciones sean lentas y dificiles, se pueda romper, sin necesidad de agotamientos, tan honda, que una vez introducida en ella el rio, acaben sus aguas de abrirse por sí una salida desahogada qual la necesitan para correr con libertad. Para conseguirlo, se romperá la nueva madre con declivio ácia su parte inferior; mediante lo qual las aguas que se trasporaren por las tierras acudirán allá sin incomodar á los obreros. Con igual intento, en medio de esta madre se dexará una zanja de 4 pies de ancho y honda 21 pulg. y esto tambien proporcionará á las aguas del rio una direccion mas igual y mas constante, y contribuirá á la conservacion de las orillas, por la mayor tendencia que las aguas tendrán ácia lo mas hondo de su madre.

Parte de las tierras procedentes de esta excavacion servirán para hacer, con la mira de cerrar por la parte de arriba la antigua madre, un caxon, tres veces por lo menos mas grueso en su cumbre que la altura de las aguas que hubiere de contrarestar, y alto lo suficiente para que en ningun tiempo puedan volver á seguir las aguas su antiguo curso. Por la parte de abaxo se la dexará abierta, á fin de que entrando y deteniéndose en ella las aguas, hagan, si fuesen legamosas, depósitos que en breve tiempo la cieguen. Las demas tierras del rompimiento de la nueva madre se echarán quanto quepa á la orilla del lado del canal, con la mira de asegurarle mejor de las inundaciones. Entre el pie de

la orilla y el de la escarpa del dique se dexará una faxa de 12 pies de ancho por lo menos; así tambien se logrará que si la escarpa llegase á tomar mas pie, ó se derrumbasen sus tierras, no podrán caer en la nueva madre.

Como al tiempo de hacer la excavacion del canal no se podrá llegar á la profundidad determinada sin encontrar agua, se abrirán para darle salida, zanjas de direcciones, dimensiones y declivios correspondientes por donde guiarla, sin necesidad de agotamientos, los quales, sobre ser costosos, siempre consumen mucho tiempo.

Será muy del caso ensanchar, enderezar y limpiar los arroyos de agua clara que por medio de azudes se podrá encaminar al canal, echando y disponiendo en sus orillas las tierras que de aquí provinieren. Esto se hará para impedir que se les introduzcan aguas puercas, á las quales se procurará abrir al mismo tiempo camino por donde se vayan á los campos.

Si acaso las tierras de la excavacion no bastasen para los terraplenes necesarios, se sacará la que faltare abriendo zanjas al pie de los diques 14 pies lejos, paralelas á sus dos orillas, solo hasta encontrar agua.

235 Aunque se haya abierto la zanja del canal con todas las precauciones especificadas, no por eso se le debe introducir luego despues de concluida toda el agua destinada para el canal. Importa muchísimo dexar pasar algun tiempo, dando lugar á la tierra de hacer todo su asiento, y lo mas seguro será, aun entonces, echársela poco á poco. Así se irá humedeciendo y empapando la tierra, y se precaverá el que se abran portillos por donde se saldria el agua é inundaria en un instante las tierras inmediatas, particularmente si fuese mucho su declivio. Siempre que sea de temer esta desgracia en alguna parte del canal, se remediará plantando en cada extremo de dicha parte una ataguía provisional, y en medio de las dos una inclusa de compuerta, cuyo destino será soltar gradualmente el agua,

y

y experimentar sin riesgo alguno sus efectos. Porque, dado Fig.
caso que la zanja reviente, será poca el agua que se salga, y por lo mismo corto el daño.

Inclusas del canal.

236 Es *ABCDE* la madre de un rio ó zanja de un canal en la qual se encuentra la caida ó salto *BC* que dá lugar á la chorrera *BF*. Claro está que ni el rio ni el canal serán navegables, si primero no se quita el despeñadero que es para los barcos la chorrera, lo que solo podrá lograrse poniendo el agua á un nivel en las dos partes *AB* y *CD*, quedando en *AB* la suficiente para la navegacion. Se echa de ver que para el mismo intento convendrá levantar á derecha é izquierda de la madre ó zanja un espolon en el parage del salto, formando allí un estanque, cuenco ó cámara que coja desde *C* á *D*, y algo mas, con dos puertas la una en *B*, la otra en *D*, sin las quales de nada servirian los dos espolones. Porque si un barco hubiese de pasar desde *A* á E, se abrirá la puerta alta y cerrará la baxa; cayendo el agua en el estanque se llenará hasta subir al nivel *GH* v. gr. podrá, pues, el barco salvar el salto, y pasar á G. Si se abre despues la puerta *D*, y cierra la *B*, correrá el agua ácia *E*, baxará el nivel *GH* hasta vaciarse la cámara, y proseguirá el barco su navegacion. 15.

Si el barco navegase desde *E* ácia *A*, suponiendo el agua á un nivel en *DE* y el cuenco, lo que se verifica siempre que se mantiene cerrada la puerta *B*, y abierta la *D*, entrará el barco en el cuenco; se cerrará despues la puerta *D*, y abrirá la *B*; se llenará el cuenco hasta subir el agua al nivel *GH* v. gr. subirá el barco á *G*, y no obstante la caida proseguire su navegacion ácia *A*.

Esta es la obra, el artificio, la invencion llamada inclusa, la qual proporciona burlar algunos obstáculos que imposibilitarian la navegacion de los rios y construir canales navegables. Se cree que la primera inclusa que se inventó fué

fué la que propusimos antes de ahora.

237 Es, pues, en general, toda inclusa un estanque con dos puertas, una en cada extremo, hecho en el parage de una caida ú otro obstáculo que podria estorbar la navegacion de los rios ó canales, el qual sirve para gobernar las aguas de modo que á pesar de dichos obstáculos puedan los barcos navegar arriba y abaxo.

En los canales navegables sirven particularmente las inclusas para repartir la exôrbitante caida ó mucha diferencia de nivel que hay entre el principio y fin de un canal, ó los dos extremos de algun trecho suyo grande en otras caidas menores. Como las caidas están mas ó menos distantes unas de otras, tambien lo están las inclusas, quedando entre dos inmediatas un trecho de canal al qual daremos el nombre de *trámite*. Del mismo modo llamaremos al trecho que hay entre el punto de reparto y qualquiera de las dos inclusas inmediatas, una de cada lado.

Síguese de todo lo dicho que para hacer una inclusa 1.º se labran dos espolones uno en cada orilla del canal quedando en medio la caida; 2.º el hueco ó distancia que queda entre los espolones se cierra con una puerta en cada extremo, para formar la cámara, con hojas que dan vueltas en goznes asegurados en los espolones, y estriban una en otra de arriba abaxo, formando entonces un pico á manera de tajamar ó proa de puente, por cuyo motivo se llaman puertas picudas. La que está mas arriba de la caida se llama puerta alta en los canales, y de resguardo en los rios, y la que está mas abaxo, y aguanta todo el peso del agua que llena el cuenco, se llama puerta baxa.

En cada hoja de estas puertas hay un postigo que se abre ó cierra segun los casos por medio de una compuerta, á fin de introducir ó sacar agua del cuenco sin necesidad de abrir las puertas. Con el mismo fin suelen hacerse en el mazizo de los espolones aqüeductos con compuerta, ó puertas de corredera. Entonces no tienen postigo las hojas, y sin abrirlas puede encaminarse tambien el agua des-

de

de un lado de la inclusa al otro. Los espolones de la cámara Fig.
llevan unas muescas ó rebaxos donde se embeben ó meten las hojas de las puertas quando están abiertas para que no estorben el paso á los barcos. Quando están cerradas están arrimadas por abaxo y juntas en un batiente angular ó picudo, que algunos llaman basa ó esperon de la inclusa.

Para pasar desde el un lado de la inclusa al otro, se hace inmediata á ella una puente levadiza de uno ó dos tableros, la qual se levanta siempre que pasa algun barco con arbol. Ademas de esta puente se hace otra en la cumbre de cada puerta, para uso del inclusero, con cuyo fin se hace su travesaño superior algunas pulgadas mas grueso que los otros, de modo que pueda pasar por él un hombre arrimado á una barandilla, asegurada en los dos largueros, que por este motivo tienen algunas pulgadas de alto mas que las hojas. En las inclusas pequeñas sirve de puente una tabla asentada sobre canecillos de hierro.

El piso ó suelo de la cámara suele ser un pie mas alto que no el suelo baxo del canal. Lo regular es dexar las aguas á un nivel en la parte baxa y la cámara por no cansar inutilmente sus puertas baxas que entonces se quedan abiertas. Las altas se mantienen cerradas para sostener en la parte alta del canal el agua á la altura que pide la navegacion. Las inclusas de los rios suelen tener un desaguadero de superficie por donde se va el agua que el rio dá sin cesar, la qual guiada por un contrafoso va á juntarse con la de abaxo, y en algunos casos tambien suele aprovecharse para andar un molino á un lado de la inclusa.

Aquí figuramos la planta de una inclusa con expresion 17.
de las partes que hemos especificado, lo que basta para dar idea de esta obra al lector.

K, cuenco ó cámara; *HH*, espolones de cámara; *C*, puerta alta; *D*, espolones de respaldo; *E*, espolones en ala; *F*, alas; *B*, puerta baxa; *N*, muescas donde se meten las hojas de las puertas quando están abiertas.

Per-

Fig. Perfil de la misma inclusa por su largo en la direccion
16. de la linea *AB*.
18. Perfil por su ancho en medio de la puerta.

238 En los rios cuya navegacion corre riesgo de padecer alguna interrupcion, porque traen poca agua en algunas estaciones, se procura gastar la menos que se pueda, haciendo dos inclusas dobles con sus cuencos, ó una inclusa con dobles cuencos *A,B*, que el uno sirve para los barcos grandes, y el otro para los pequeños.
19.

Las inclusas tambien pueden servir de comunicacion entre dos rios cuyas aguas no están todas á un nivel por medio de un canal navegable en todos tiempos. Para este fin se hace en el parage que mas acomoda una inclusa cuyos cuencos *D,E* tengan dos pares de puertas *P,Q* y *R,S*, por cuyo medio se pone como mas conviene el agua á un nivel con el que se quiera de los dos rios, y pueden proseguir los barcos su navegacion ácia cada lado.
20.

Construccion de las inclusas.

239 Despues de la noticia que acabamos de dar de las inclusas, vamos á proponer quanto corresponde á su acertada construccion, de modo que salga sólida la obra, y proporcione gastar el agua con la mayor economía, dos puntos de la mayor consideracion. Desde luego importa 1.º determinar el agua que necesitan los barcos para navegar todo el canal, cuya averiguacion es el fundamento de todas las demas; 2.º manifestar los inconvenientes y las ventajas peculiares á los diferentes modos de usar las inclusas, estén muchas juntas ó separadas; 3.º especificar los casos en que pueden pasar una inclusa muchos barcos á un tiempo, y convienen muchos saltos ó caidas en un mismo canal; 4.º señalar la forma mas adequada para las inclusas, y las dimensiones de cada una de sus partes; 5.º propondremos medios de abastecerlas de agua con mas economía que hasta ahora; 6.º declararemos la edificacion de la inclu-

9.

10.

11

14.

15.

16.



clusa; 7.º finalmente, concluidos que estén todos estos puntos, haremos algunas prevenciones de suma utilidad para la conservacion del canal. Fig.

Cantidad de agua que necesitan los barcos para navegar un canal.

240 El punto mas importante, y mal determinado hasta ahora acerca de los canales de navegacion con punto de repuesto, es saber quanta agua ha de dar este repuesto para que un barco ande todo el canal desde el un extremo al otro. Es opinion comun que todo barco gasta en esta travesía un cuenco de agua; pero es facil probar que si en algunos casos le basta un cuenco, en otros necesita mas de dos.

Siempre que las inclusas están á tal distancia una de otra, que con sacar un cuenco de agua del trámite de entremedias, le queda todavía bastante para la navegacion del barco, se podrán llenar las inclusas inferiores del agua de dicho trámite, sin necesidad de sacar del punto de reparto mas agua que la de la primer cámara, la qual llenará succesivamente todas las demas. Pero si las inclusas están muy cercanas ó contiguas unas á otras; como el barco al baxar las dexa todas vacías, es indispensable, quando ha de subir otro barco, llenarlas todas, y sacar toda el agua necesaria del trámite que está mas arriba de las inclusas, si están todas contiguas, ó la mayor parte si las inclusas están muy próxîmas unas á otras, porque alguna se saca de los cortos trámites que hay entre ellas.

Sea v. gr. *AB* un trecho de canal con tres saltos *a*,*b*,*c*, y tres inclusas contiguas *C*,*D*,*E*, estando del lado de *A* el punto de reparto; y supongamos que navegue un barco desde *A* á *B*. Se viene á los ojos, por lo dicho antes, que para salvar la primera caida se habrá de llenar del agua del punto de reparto ó del trámite *A* la inclusa *C*, la qual bastará para llenar succesivamente las demas cámaras 21.

D,*E*

D,*E* hasta llegar el barco al trámite *B*, quedando entonces vacías, como se percibe, todas las cámaras. Si ahora viniere otro barco navegando desde *B* ácia *A*, será necesario llenar la cámara *E* para que pase á *D*, despues la cámara *D* para que pase á *C*, y últimamente la cámara *C*, para que salvando la caida *a*, pase al trámite *A*, infiriéndose de aquí que este segundo barco gastará tres cuencos de agua. Por consiguiente si en el trámite *A* no cupiese bastante agua para el gasto de la subida, será forzoso sacar del punto de reparto la que faltase; luego para escusar esta sangría, lo mejor será que la inclusa *C* esté bastante lejos del punto de reparto, ó de otra inclusa que esté mas arriba, con lo que cabrá en *A* mayor cuerpo de agua, de donde se podrá sacar toda ó la mayor parte para el caso propuesto, sin detrimento de su navegacion, y ningun menoscabo del punto de reparto.

Infiérese de aquí una conseqüencia de mucho momento, es á saber que tiene sus límites la distancia á que pueden estar unas de otras las inclusas; siendo tan determinada la correspondiente, que no sirve otra alguna que sea menor. Veamos, pues, qual sea esta distancia mínima.

Distancia mínima á que han de estar unas de otras las inclusas.

241 A los canales de navegacion se estila darles, segun deciamos, un pie mas de agua de la que calan los barcos cargados; se puede, pues, baxar el agua de un trámite, sin que se interrumpa la navegacion: luego quando se quiere sacar inmediatamente un cuenco de agua del trámite superior, es necesario que este coja desde la inclusa alta á la baxa tal trecho, que no baxe el nivel de su agua mas de 6 pulg. á lo sumo. Habrá de ser por consiguiente esta distancia, tanto mayor quanta mas agua cupiere en la cámara, y fuese mas angosta la zanja del canal; pues una cámara gasta tanta mas agua quanto mayor sea, y un canal,

nal, ó trámite mas angosto que otro, tiene menos agua que este.

Fig.

Se puede probar (*a*) que las cámaras cuyo largo entre puerta y puerta es de 120 pies por 20 de ancho, y 7 de altura de salto, han de estar 192 varas distantes una de otra, en los canales de 50 pies de ancho; y como estas son las dimensiones mas comunes de los canales y de sus cámaras, quanto digamos de inclusas distantes, deberá entenderse de las que estén á tal distancia una de otra, que entre la puerta baxa de la primera y la puerta alta de la segunda haya 192 varas.

Si entre dos inclusas *B*,*D* de 9 pies de alto v. gr. no hubiese mas que 60 varas de distancia, en sacando agua del trámite de entremedias *C* para que un barco suba desde *E*, baxará el agua del trámite algo mas de 2 pies, y no le quedará la bastante para la navegacion del barco; sería, pues, preciso sacar mas de un trámite de agua del trámite superior *A* para que navegara en *C*: y si desde este trámite hubiese de pasar el barco á *A*, se necesitaría otro cuenco de agua

22.

(*a*) Probémoslo. Las cámaras de 120 pies de largo, por 20 de ancho, tienen 266 varas y 2 pies quadrados de superficie, y 622 varas cúbicas 6 pies cúbicos quando su caida es de 7 pies: 800 varas cúbicas quando el salto es de 9 pies; y 1066 varas 18 pies cúbicos quando el salto es de 12 pies.

Ahora bien: Si un canal tuviese 50 pies de ancho 3 pulgadas debaxo del nivel ordinario del agua, haremos patente que el trámite ha de tener 192 varas de largo, á fin de que despues de abastecer una inclusa de 7 pies de salto, no baxe su agua mas de 7 pulgadas. Para lo qual sea x el largo del trámite: yá que la cámara necesita 622 varas 6 pies cúbicos de agua, ha de ser igual esta cantidad al producto del largo del trámite por su ancho, y por 7 pulgadas; quiero decir que 622 varas cúbicas 6 pies cúbicos $=$ 7 pulg. $\times$ 50 pies $\times\, x$, ó porque las 622 varas cúbicas 6 pies cúbicos son 29030400 pulg. cúbicas, y los pies y pulgadas del segundo miembro son 4200 pulgadas quadradas, $29030400 = 4200 \times x$, ó $x = \frac{29030400}{4200} = 6903$ pulgadas lineares, las quales partidas por 36, número de pulgadas lineares que hay en la vara, dan 192 varas con cortísima diferencia.

Dá este cálculo quanta luz se necesita para probar que el trámite habrá de tener 246 varas de largo, quando la cámara tenga 9 pies de salto; 329 varas quando el salto de la cámara sea de 12 pies.

agua para llenar *D*. Pero si el trámite *C* fuese bastante largo, daría agua suficiente para pasar la cámara *B* y la navegacion del barco en *C*; el qual solo gastaría entonces para subir á *A* un cuenco no mas del trámite *A*, la necesaria para llenar la cámara *D*.

Manifiesta este exemplo el perjuicio que se sigue de plantar las inclusas demasiado cercanas unas á otras: dentro de poco haremos patente que se siguen inconvenientes de mayor gravedad quando las inclusas están contiguas unas á otras.

242 Es caso bastante comun el que muchos barcos se encuentren en un mismo trámite, particularmente en los parages donde suelen hacer noche. A fin de que entonces no se gaste agua inutilmente, es necesario que el trámite donde se junten los barcos sea muy largo, ó quando no pueda serlo, es preciso hacerle muy ancho, á fin de que á pesar de los cuencos de agua que le saquen los barcos al subir, le quede bastante todavía para su navegacion, ó que no le introduzcan tanta al baxar, que pase por encima de las puertas. Si el trámite no tuviese mas que los 50 pies de ancho, su largo debería ser de 1920 varas (*a*) para poderse detener en él diez barcos subiendo, si al mismo tiempo no baxase ninguno; sin cuya circunstancia debería sacarse de los trámites superiores parte del agua que hubiesen de calar los barcos en el primero. Verdad es que si se juntasen en el trámite tantos barcos baxando como subiendo, no habria necesidad de hacerle tan largo ó tan grande; pero como esta circunstancia se verifica pocas veces, debe tenerse muy presente al formar el proyecto de un canal, el caso propuesto, con la mira de hacerle calas ó puertos, ó mas anchas que las demas las partes donde se hubiesen de juntar muchos barcos.

Y porque en todos ó los mas de los canales con punto

(*a*) Porque para un solo barco, ha de tener 192 varas de largo. Véase la nota antecedente.

-to de reparto conviene gastar el agua con mucha economía algunos meses del año, procurarán con todo cuidado los incluseros que no se junten entonces muchos barcos en los trámites de corta extension.

Cantidad de agua que gastan los barcos al navegar todo un canal.

243 Aseguran algunos arquitectos, y es opinion muy valida en el dia, que para navegar un barco todo un canal, esto es, desde el un extremo al otro, necesita mas de dos cuencos de agua; otros graduan de errada esta opinion; otros confiesan que quando un barco pasa una inclusa inmediatamente despues de otro, el segundo no gasta en realidad mas que dos cuencos de agua en toda su travesía, pero son de parecer que si dos barcos pasan alternadamente por el punto de reparto, subiendo el uno y baxando el otro, esto es siguiendo rumbos encontrados, se gastan tantos cuencos de agua quantas inclusas pasa el barco al subir. Aun en este caso aseguran algunos facultativos que el gasto del agua es él mismo, estén contiguas ó separadas las inclusas. Pero esta distincion, que acaso se ha reflexîonado poco, encierra otro error: lo cierto es que quando las inclusas están contiguas, suelen gastar los barcos mas de dos cuencos de agua, y que quando están distantes mas de 192 varas, suelen gastar un cuenco no mas para andar todo el canal. Como quiera, vamos á dexar este punto plenamente aclarado, distinguiendo los quatro casos principales que pueden ocurrir.

1.º Quando las inclusas están apartadas unas de otras, y los barcos pasan alternadamente navegando encontrados. Si el primer barco baxó, el que viene despues subiendo halla vacías todas las cámaras; será, pues, preciso, para llenarlas, sacar un cuenco de agua del datrámite, y uno del punto de reparto. Como al baxar halla llenas todas las cámaras, ningun cuenco sacará del punto de reparto, y por consiguiente gastará solo un cuenco de agua en toda su

navegacion : lo propio sucederá con todos los barcos que pasaren alternadamente despues de estos.

2.º Quando están distantes las inclusas, y los barcos navegan unos tras de otros.

Al subir, el segundo barco encuentra llenas todas las cámaras, y para que él tambien suba, será preciso vaciarlas primero, y llenarlas despues succesivamente con el agua de cada trámite, y la mas alta con el agua del punto de reparto.

Al baxar, el segundo barco hallará vacías todas las cámaras; será, pues, preciso llenar tambien con agua del punto de reparto el primer cuenco, cuya agua servirá para llenar todos los demas; por manera que este barco gastará en su travesía dos cuencos de agua.

3.º Quando las inclusas están inmediatas de modo que sacando el agua del trámite no le quede bastante para la navegacion, ó quando las inclusas están contiguas, y pasan los barcos alternadamente.

Si el primer barco baxó, el segundo hallará al subir vacías todas las cámaras; y como no se pueden llenar con agua de los trámites intermedios, pues suponemos las inclusas muy cercanas, y aun contiguas, es forzoso llenarlas todas con agua del punto de reparto.

Al baxar, el segundo barco halla llenas todas las cámaras; no necesita por consiguiente agua del repuesto; luego gastará en su travesía tantos cuencos de agua, quantas inclusas hubiere de pasar al subir unas tras de otras.

4.º Finalmente, quando las inclusas están próxîmas ó contiguas, y los barcos navegan unos tras de otros.

Si navegan subiendo, el segundo halla todas las cámaras llenas; para introducirle en la primera, es necesario verter su agua en el trámite inferior, llenarla despues con el agua de la segunda inclusa, vaciándolas así succesivamente todas unas despues de otras hasta la de la primer inclusa ó mas alta, la qual se llena con agua del punto de reparto.

Si los barcos baxan, se necesita igualmente un cuenco de

de agua para introducir el segundo barco en la cámara de la segunda inclusa por estar todas vacías; de modo que en este caso es necesario sacar para los dos barcos dos cuencos de agua del punto de reparto.

244 De estos quatro casos, que encierran en general toda la doctrina del paso por las inclusas, se infiere 1.º que todo barco que navega subiendo saca un cuenco de agua del punto de reparto, pero que suele no sacar agua alguna para pasar ó baxar al otro lado.

2.º Que quando no tiene el canal inclusas contiguas, los barcos gastan un solo cuenco de agua en toda su travesía, siempre que pasan alternadamente por el punto de reparto, navegando por rumbos encontrados; que en el mismo caso, si hubiere inclusas contiguas, cada barco gastará en su travesía tantos cuencos de agua quantas inclusas encontrare al subir en el parage donde mas inclusas hubiere, y que solo quando siguieren un mismo rumbo, navegando uno tras de otro, gastarán dos cuencos de agua, estén las inclusas contiguas ó separadas.

245 Prevenimos que el paso de los barcos solo se considera con respecto á las inclusas mas cercanas al punto de reparto, quando no están contiguas unas á otras, y son iguales sus caidas; lo que sucede en los trámites inferiores no influye en el gasto del agua, particularmente quando no se detienen en ellos mucho tiempo los barcos.

246 Si se le dan 192 varas de largo por lo menos á cada trámite, no es posible que dos barcos navegando uno tras de otro se junten en un mismo trámite, porque en el tiempo que el segundo pasare la inclusa, el otro tendrá tiempo de andar el trámite, y de entrar en la inclusa siguiente. Luego dos barcos no pueden encontrarse en los trámites cortos, á no ser que el uno navegue subiendo y el otro baxando; en cuyo caso, como el uno saca un cuenco de agua del trámite mientras el otro vierte otro cuenco, el agua del trámite ni crece ni mengua.

247 Tambien es de reparar que quando las inclusas conti-

guas están lejos del punto de reparto, no suministra este las mas veces inmediatamente los cuencos de agua, porque se saca de depósitos intermedios. Pero quando no hay estos depósitos ó socorros entre las inclusas contiguas y el punto de reparto, hace este toda la costa del agua para abastecer la parte del canal que hay entre él y dichas inclusas; lo que viene á ser lo propio que si estuviesen inmediatas á dicho punto.

248 No basta saber quanta agua gasta cada barco al navegar todo un canal, segun pasan los barcos alternadamente ó unos tras de otros, para determinar la cantidad de agua que conviene recoger de modo que en todos tiempos se pueda navegar el canal: es necesario saber tambien quantos barcos pasarán unos tras de otros, y quantos encontrados. Verdad es que es facil saber quantos llegan á cada extremo del canal, pero esto no basta; porque aun quando se supiera con certeza que entran por la una boca del canal tantos barcos quantos por la otra, no por eso puede inferirse, ni con mucho, que todos los barcos pasarán alternadamente. En unos tiempos, pasarán muchos unos tras de otros viniendo de un mismo extremo; en otros, nevegarán muchos unos tras de otros viniendo de extremos opuestos: por consiguiente serán mas los casos en que los barcos gastarán dos cuencos de agua que no uno solo.

Hay sin embargo un arbitrio para que, en los tiempos de escasez de agua, pase el mayor número posible de barcos; bastará detener con este fin algunos en el punto de reparto, conforme vengan mas ó menos de un lado que de otro, dexándolos baxar á medida que vengan subiendo otros. A la verdad esta será mucha sujecion, pero traerá menos inconvenientes que no el dexar pasar la mitad no mas, ó las dos terceras partes de los barcos necesarios para el comercio.

249 Proporciona este arbitrio saber á punto fixo quantos cuencos de agua se necesitarán para que navegue un canal el mayor número posible de barcos. Para hacerlo patente dis-

distinguiremos los quatro casos que pueden ofrecerse.

1.º Si viene igual número de barcos de cada lado, cada barco gastará solo un cuenco de agua.

Porque el que suba desde la derecha v. gr. necesita un cuenco de agua que llene la primer cámara, para llegar al punto de reparto, donde se estará hasta que del lado de la izquierda llegue otro que tambien sacará del punto de reparto otro cuenco de agua para pasar la primer inclusa. Son, pues, en todo dos cuencos, uno para cada barco, y nada mas, porque ambos encuentran al baxar llenas las inclusas.

2.º Quando viene del un lado doblado número de barcos que del otro, tres barcos gastarán quatro cuencos, y cada barco cuenco y tercio.

Porque sean dos v. gr. los que suben por la derecha uno el que sube por la izquierda. Entre los dos que vengan uno de cada lado gastarán dos cuencos; para que el segundo que venga por la derecha pase, necesita dos cuencos de agua para llegar al punto de reparto, el uno que él necesita para pasar la primer inclusa, y otro que gastará el que viniere del lado opuesto al qual tiene que esperar en el punto de reparto; son por consiguiente en todo quatro cuencos los que se gastarán para el paso de los tres barcos, y toca cuenco y tercio á cada uno.

3.º Si viniere por el un lado triplicado número de barcos que por el otro, tres v. gr. por la derecha, y uno por la izquierda, cada barco gastará cuenco y medio.

Porque el primero que suba por la derecha gastará un cuenco para llegar al punto de reparto, y otro el que subiere por la izquierda, sin que para baxar gasten mas agua, son, pues, dos cuencos.

Viniendo otro barco por la derecha, gastará su cuenco para llegar al punto de reparto, donde se quedará hasta que venga por la izquierda otro que gastará tambien un cuenco. Son, pues, dos cuencos mas, y quatro hasta ahora.

Suba otro barco por la derecha; entre el cuenco que gastará para llegar al punto de reparto, y el que gastará el

barco al qual ha de esperar para poder seguir su rumbo, serán dos cuencos; serán, pues, en todo seis cuencos, que repartidos entre los quatro barcos, toca á cuenco y medio á cada uno.

4.º Finalmente, si vinieren tres barcos por un lado, por la derecha v. gr. y dos por la izquierda, entre los cinco gastarán seis cuencos.

Es muy facil de probar atendiendo al caso antecedente.

250 De todo esto se saca una regla general para saber á punto fixo quantos cuencos de agua gastarán los barcos que pasaren por el punto de reparto siguiendo rumbos encontrados y navegando todo el canal, cómo se sepa quantos son los barcos que siguen un rumbo, y quantos los que siguen el opuesto. Duplíquese el número mayor de los dos, sin atender al menor, el duplo de dicho número expresará los cuencos de agua que se gastarán. Así en el primero de los quatro casos propuestos, viene un barco solo de cada lado, y se gastan dos cuencos; en el segundo, vienen dos barcos de un lado y uno del otro, y se gastan quatro cuencos; en el tercero, vienen tres barcos de un lado, y uno del otro, y se gastan seis cuencos; en el último exemplo, vienen por el un lado dos barcos y tres por el otro, y se gastan seis cuencos.

Luego, si del un lado vinieren tres barcos y cinco del otro, bastarán para la navegacion de los ocho barcos diez cuencos de agua: si vinieren cinco por un lado y siete por el otro, bastarán para los doce barcos catorce cuencos de agua.

Es por consiguiente de suma importancia procurar que pasen, quanto posible sea, alternadamente los barcos al salir del punto de reparto, y no unos despues de otros quando todas las inclusas están separadas; porque, conforme acabamos de manifestarlo, en algunos casos se ahorra una tercera ó quarta parte de agua, con arreglar proporcionalmente el paso de los barcos. En quanto al atraso que padecería la navegacion, no es tanto como podria temerse, porque se-

sería corta, ó la menor posible, la detencion que los barcos padecerian en el punto de reparto, si le pasasen muchos cerca del medio dia, para lo qual convendria hiciesen noche media jornada lejos. Este es un punto que merece llamar muchísimo la atencion de todo facultativo encargado de formar el proyecto de un canal. Fig.

Inconvenientes de las inclusas contiguas.

251 Todo lo dicho hasta aquí está manifestando el gran perjuicio que hacen á la navegacion muchas inclusas contiguas á corta distancia del punto de reparto, porque toda el agua que necesitan se ha de sacar de este solo repuesto; y si fuesen muchas las contiguas en cada grupo de inclusas, en algunos casos se gastará dos y aun tres veces mas agua que si estuviesen aisladas y á alguna distancia unas de otras.

Supongamos v. gr. que estando en *O* el punto de reparto venga un barco navegando desde *A* á *B*, despues que pasó otro desde *B* á *A*; el primer barco sacará forzosamente del punto de reparto 7 cuencos de agua para salvar los siete saltos que encuentra á la subida, aprovechando para baxar á *B* el cuenco que gastó al subir el otro barco; siendo así que gastaría un cuenco no mas, si las inclusas estuviesen separadas, porque cada inclusa se llenaria con agua del trámite al qual fuese á entrar el barco, menos la mas alta que se llenaría con agua del punto de reparto. Este inconveniente, aunque grave, no será de tanto perjuicio siempre que el número de los barcos que navegaren desde *B* á *A* fuese con algun exceso mayor que el número de los barcos que viniesen de la parte contraria; porque pasando entonces los barcos las inclusas al baxar con un cuenco solo, se llenarán facilmente todas para dar paso á cada uno. 23.

252 Puede suceder que aunque menor el número de las inclusas inmediatas al punto de reparto, causen no obstante mayor perjuicio que en el caso figurado poco ha; lo que se verifica siempre que hay muchas en cada lado del punto

de reparto, pues, sigan los barcos el rumbo que siguieren, gastarán forzosamente para navegar todo el canal tantos cuencos de agua quantas inclusas hubiere.

En el famoso canal de Languedoc hay junto á la ciudad de Besiers un grupo de ocho inclusas con unos nueve pies largos de caida cada una, las quales están al extremo de un trámite de 13 leguas de largo, sin inclusa alguna. Aunque este trámite no se surte del punto de reparto, sí de dos repuestos distintos, lo que á la verdad es de mucho alivio, no dexa de experimentarse allí escasez de agua quando pasan muchos barcos, así por la mucha que gastan aquellas inclusas, como por lo que tarda para llegar al extremo del trámite en un trecho tan largo del canal, que no tiene declivio alguno. Síguese de aquí que aun quando se puedan surtir las inclusas contiguas de algun rio, arroyo ú otro depósito distinto del general, no siempre se precave el primer inconveniente.

253 Otro traen tambien muy grave las inclusas contiguas, y es el mucho tiempo que tardan en pasarlas dos barcos que se encuentran. Porque en las ocho inclusas de Besiers v. gr. tiene que esperar el un barco cerca de hora y media que se gasta en pasar las ocho cámaras, siendo así que todas se pasarían en diez ó doce minutos quando mas si estuviesen separadas. Se echa de ver que si muchos barcos se juntan para pasar unos despues de otros han de esperar mucho tiempo, cuya tardanza perjudica sumamente al comercio. Para precaver esta mala obra, el barco público se muda, y los viageros que lleva pasan á pie con su equipage el trecho que coge el grupo de las inclusas.

254 Aunque es dias ha opinion general que las inclusas contiguas, sobre ser muy incómodas, gastan mas agua que no las separadas, están sin embargo por ellas muchos prácticos, dando por razon que ahorran paredes de respaldo, y paredes de ala, y se ahorra un par de puertas en cada inclusa contigua. Pero es esta una economía de corto momento, porque la parte de los espolones que está despues de la se-

segunda pared de caida, y las siguientes, quando hay muchas inclusas contiguas unas tras de otras, es mas alta que no en las inclusas simples, y porque el grueso de estos espolones ha de ser proporcionado á su altura por la mucha tierra que contrarestan. Esta parte de espolones, que ha de ir en declivio hasta cerca de la mitad del largo de cada cámara, compensa, por ser gasto que no necesitan las inclusas solas, ó poco falta, el ahorro de las paredes de respaldo. Debiéndose añadir que en estas los diques del canal superior son por lo regular mas altos y largos que no en las inclusas solas, y que si por una parte se ahorra gasto de fábrica de sillería, se gasta por la otra mucho mas en los vaciados.

255 Para averiguar á punto fixo lo que se ahorra quando se hacen arrimadas las inclusas, ha calculado escrupulosamente Mr. Gauthey, arquitecto frances, el coste de las inclusas de varios buques, arreglándose á los precios mas comunes en las diferentes provincias de Francia, y ha hallado que quando se hacen acompañadas dos inclusas de unos 9 pies castellanos de caida se ahorra la séptima parte no mas de lo que costarían dos inclusas desacompañadas; quando se juntan tres, la sexta parte; quando quatro, un quintavo; quando cinco, dos novenos; quando seis, siete treintavos, sin llevar en cuenta los vaciados para los diques.

Sin embargo de ser tan poco lo que se ahorra, y tanta el agua que gastan las inclusas acompañadas, parece que en los mas de los canales han hecho empeño de multiplicarlas sus constructores. Acaso ha sido su mira hacer obras que causasen admiracion, consiguiendo que subiesen los barcos montañas empinadas. Pero creo firmemente que no habrian formado este empeño, si hubiesen sabido que estas inclusas gastan mas agua que las otras, llegando el exceso á ser duplicada y aun triplicada la cantidad.

Por estos inconvenientes tan manifiestos deben escusarse las inclusas acompañadas, porque el sacar poca agua del punto de reparto debe ser el asunto principal de todo arquitecto que se encargue de hacer un canal navegable, y el

el segundo de muchísima importancia para el comercio, la mayor diligencia en la conduccion de los géneros, especialmente siendo tan corto el ahorro.

Con todo, podrán construirse inclusas acompañadas de modo que no gasten mas agua que las desacompañadas, haciendo al lado de cada una de las que se siguen despues de la mas alta depósitos de duplicada ó triplicada superficie respecto de la de las cámaras, estando su suelo mas alto que el nivel del agua de aquellas quando están llenas. Llegando entonces un barco para baxar, estando llenas las inclusas acompañadas, en vez de introducir en estas el agua, se la introduciría en los depósitos de donde se volvería á sacar para llenarlas otra vez quando estuviesen vacías.

Inconvenientes que se siguen de ser diferente la caida de las inclusas de un mismo canal.

256 Es tambien inconveniente de mucha gravedad en todo canal el que sea diferente la altura del salto, ó de las paredes de salto en las inclusas poco distantes del punto de reparto, porque el agua que gastan los barcos navegando un canal, debe siempre apreciarse de cada lado por la que cabe en la cámara de mayor altura de salto. Verdad es que esta diferencia de altura de salto no será de ningun perjuicio para los canales que en diferentes trechos suyos reciban agua de algun rio; pero lo será quando no reciba el canal nuevas aguas, particularmente en las inclusas cercanas al punto de repuesto, por ser entonces preciso gastar mas agua de la necesaria. Vamos á probarlo.

Supongamos que á un mismo lado del repuesto general hay tres inclusas antes de las quales no recibe el canal agua alguna nueva, teniendo la primer inclusa 7 pies de caida, 9 la segunda, y 12 la tercera. Claro está que no bastará el agua del primer cuenco para llenar el segundo, y que quando se ofrezca llenar el tercero, será forzoso sacar del repuesto general un cuenco de agua de 12 pies de alto, cu-

ya

ya cantidad es mucho mayor de la que gasta el primer cuenco. Si á cada una de estas inclusas se diese una caida media, esto es 9 pies 4 pulgadas, se ahorraría mas de un tercio del agua que gastarian los barcos en el primer supuesto para navegar el mismo trecho del canal, sin que por eso se tardara mas tiempo en pasar las inclusas, ni mas dinero en su fábrica.

257 Supongamos ahora que al un lado del repuesto general hay dos inclusas, la una de 7 pies de caida, y la otra de 11; y otras dos del lado opuesto, la una de 5 pies de caida y la otra de 13, y que la caida media fuese de 9 pies. Claro está que para navegar un barco todo el canal necesitará dos cuencos de agua, al un lado del repuesto necesitará el agua que llene la inclusa de 11 pies de caida, y al otro lado el agua necesaria para llenar la inclusa de 13 pies de caida, quando en el supuesto de ser de 9 pies la caida media, le bastará el agua necesaria para llenar dos inclusas de 9 pies de caida cada una. Luego en el primer supuesto gastará (N.241 *nota*) $120^p \times 20^p \times 11^p + 120^p \times 20^p \times 13^p$; esto es 977 varas cúbicas 11 pies cúbicos de agua +1155 varas cúbicas 14 pies cúbicos de agua, que en todo son 2133 8 pies cúbicos; en el segundo supuesto solo gastará $120^p \times 20^p \times 18^p =$ 1600 varas cúbicas de agua, 533 varas cúbicas menos.

Se nos dirá tal vez que el declivio del terreno obliga muchas veces á hacer las inclusas de tan varias y desiguales caidas. Pero no basta esta razon para disculpar este vicio, porque muy raro será el caso donde no se pueda abrir un canal de profundidad igual en todo lo que coja de largo, quando se le guia, como suele suceder, por un cerro, pues siempre se le puede abrir algo mas arriba, ó algo mas abaxo. Aun quando para hacer iguales todas las caidas fuese preciso empeñarse en excavaciones mas profundas, no deberian escusarse porque saliesen algo costosas; porque, y lo repetiremos sin cesar, el punto de mayor importancia en la construccion de los canales es el ahorro del agua.

258 Las consideraciones con que acabamos de probar lo mucho que importa hacer de caida uniforme todas las inclusas, solo deben entenderse de todo el trecho de un canal que está en-

entre dos socorros de agua, porque para ahorrar la del punto de reparto, quando no es de los mas abundantes, no hay medio mas acertado que hacer las inclusas inmediatas mas baxas que las que hay despues de una segunda pérdida de agua. No es caso muy raro el que á alguna distancia del punto mas alto del canal se le puedan introducir arroyos de cuyos mantiales, por muy baxos, las aguas no se pudieron encaminar al repuesto general. En estos parages se podrán hacer las inclusas con mayor caida, proporcionándola al socorro de agua que se introduxere en el canal; por manera que con este recurso podrá navegar duplicado, y tambien triplicado número de barcos respecto de los que le navegaran si todas las inclusas fuesen de mucha altura. Se darán v. gr. á las inclusas cercanas al repuesto general caidas de 5 pies; luego que se pueda tomar al uno y otro lado de algun arroyo agua equivalente á la tercera parte de la que dá el repuesto general, se harán unos 2 pies mas altas las caidas de las inclusas, prosiguiendo á este tenor hasta dar á las inclusas la mayor caida que se hubiere determinado. No hay que detenerse en el aumento de gasto que ocasionaría el hacer en este caso algunas inclusas mas, por ser de poca monta este aumento, tratándose de economizar el agua del repuesto general, quando no la tiene muy abundante. Fuera de que dos inclusas de 5 pies de caida vendrán á costar una tercera parte mas que una sola de 10 pies; porque si para las dos se necesita un piso mas, tampoco necesitan espolones de tanto grueso, ni son tan costosas sus puertas.

Tampoco es de temer que, por ser mayor el número de las inclusas, se hayan de pagar mas incluseros, porque no se necesita para cada inclusa un inclusero, pues las que están próxîmas al repuesto general distan poco unas de otras, y así un mismo inclusero podrá servir muchas.

259 Quando en algun trecho bastante largo no puede un canal socorrerse con manantiales que suplan las evaporaciones y trasporaciones, no sería desacertado ir minorando las caidas de las inclusas, gradual y proporcionalmente á la dis-

distancia del último socorro de agua, con la mira de compensar por medio de la mayor cantidad de agua que suministrasen los trámites superiores, respecto de la que diesen los inferiores, las aguas que estos perdiesen con las evaporaciones y trasporaciones. Este artificio podria usarse particularmente en los terrenos cascajosos que pierden parte del agua. Pero como las evaporaciones abundantes solo se verifican en una estacion del año, en las demas sería de mucho inconveniente tanta diferencia de caida, lo mejor sería hacerlas todas iguales, y precaver el desperdicio de agua abriendo á arbitrio una corriente.

De las cámaras donde caben muchos barcos.

260 Algunos canales tienen inclusas donde caben muchos barcos, las quales pueden ser muy útiles en los parages donde no hay escasez de agua. No es necesario hacer de fábrica sus espolones, como los de las inclusas ordinarias, basta hacerlos de tierra, escarpados y revestidos de cesped y piedra seca. En algunas de estas cámaras caben hasta quatro barcos, en otras caben dos de igual buque; en otras, uno grande y otro pequeño, estas llevan dos pares de puertas, uno para los barcos grandes y otro para los pequeños.

261 Las dimensiones de los cuencos para dos barcos pueden variar; se pueden hacer dos veces mas anchos ó dos veces mas largos que los cuencos donde cabe solo un barco. Lo primero es lo mejor en sentir de muchos arquitectos, y no se puede negar que salen menos costosas las inclusas, porque los espolones no son mas largos que los de las inclusas ordinarias; pero tambien el otro método proporciona plantar en medio de lo que coge de largo la cámara, otro par de puertas, con lo que serviría la inclusa para dar paso á uno ó dos barcos, conforme se quisiese. Tambien se podrian hacer con mas de dos pares de puertas grandes, para variar el buque de las cámaras, de modo que franqueasen pa-

paso á barcos grandes, medianos, y pequeños, juntos ó separados, sin gastar mas agua que la necesaria para un barco solo. Si se hiciese una cámara bastante larga para dos barcos medianos, podria colocarse en medio de su largo una puerta para quando se quisiese introducir un barco mediano solo; plantando otra puerta á la distancia necesaria para los barcos grandes, lo restante del largo serviría para dar paso á los pequeños. Pero es caso que se ofrece rara vez, en los canales por lo menos, haber de pasar barcos de diferente buque; y luego probaremos que no conviene pasen una inclusa dos barcos juntos.

262 Quando las inclusas son de fábrica, se gasta, con corta diferencia, dos veces mas agua para pasar dos barcos, que para pasar uno solo; por consiguiente se tarda dos veces mas en llenar y vaciar un cuenco de dos barcos, que no en llenar y vaciar un cuenco de un solo barco. No se gana, pues, tiempo, ni se ahorra agua, y el gasto de la construccion sube notablemente.

Las cámaras de estas inclusas se hacen alguna vez á escarpa y todas de tierra, por cuyo motivo gastan mucha mas agua que no las primeras, y por lo mismo necesitan mas tiempo para llenarse. Tienen tambien otro inconveniente gravísimo, de mucha sujecion para el comercio, y es la precision en que están los barcos de navegar de dos en dos, ó de quatro en quatro. Un barco que llega solo ha de esperar á que llegue otro para pasar juntos; donde no, se gastará tanta agua para pasar un barco, como para pasar dos; mucho mayor será el daño si en la cámara cupiesen quatro barcos.

Finalmente, se ha reparado en algunos canales que en el tiempo que pasan cinco barcos por inclusas solas, no pasan mas que quatro por inclusas de quatro barcos.

A la entrada y salida de las inclusas dobles hay dos pares de puertas, sirviendo las unas para los barcos pequeños, y las otras para los grandes; pero el gasto de las puertas chicas es de todo punto superfluo, porque ábranse estas

ó

ó las grandes, siempre es indispensable llenar la cámara.

263 Sin embargo de ser tan grandes los inconvenientes de las inclusas de muchos barcos, por lo que deben desecharse enteramente, ademas de que tampoco llevan ventaja alguna á las otras, podrian ser de alguna utilidad para promover la navegacion de los rios, porque en estos no hay necesidad de economizar el agua, pues nunca falta ni escasea, y se puede construir á poca costa una inclusa sólida y económica.

Estas inclusas se hacen por lo regular en canales particulares abiertos al lado del rio, cuyo curso se intercepta con un dique, ó en el cuerpo del mismo dique; pero en ambos casos, si se abren las puertas quando viene alguna inundacion, hallándose estrechada el agua al pasar por la cámara, corre con rapidez, y es preciso que los pisos, para resistir su violencia, sean muy sólidos y firmes; si se hacen las puertas tan altas que no las pase la avenida, se amontona delante de ellas tanta arena, que no se pueden abrir.

Todos estos inconvenientes se precaverán plantando estas inclusas al lado del rio contiguas al extremo del dique. Las puertas de entrada y salida no han de estar en los dos extremos de la cámara como en las inclusas ordinarias, sino al lado una de otra; la de entrada mas arriba del dique, y la de salida mas abaxo, en la misma linea, de modo que entre las dos solo medie una cepa. El largo de la cámara ha de ser perpendicular al curso del rio, se puede hacer de tierra con calzadas tan altas que le resguarden enteramente de las inundaciones, y puedan extenderse alrededor. Bastará hacer de fábrica solo dos espolones de inclusa, una cepa, y el piso entre los espolones, poniendo cuidado en que la cepa, los costados y las puertas sean tan altas que pasen el nivel de las aguas mas altas. Tiene de particular esta inclusa que los barcos entran de popa á lo acostumbrado, y salen de proa, por cuyo motivo es preciso sea el cuenco un quadrilongo de buque suficiente para que quepan dos barcos.

Así,

Así, el agua de las avenidas nunca podrá entrar en el cuenco, y por consiguiente no le socavará, por manera que podrá hacerse á poca costa. Tambien se puede plantar entre el dique y la cepa una compuerta de suelo, á fin de dexar en aquel parage cerca de las puertas una corriente que impida el que se amontonen las arenas. El dique puede construirse por el método ordinario, de modo que el agua pase por encima, y su punta del lado de la inclusa se vaya angostando para juntarse con la cepa. Tambien se podrian levantar diferentes cepas en el rio, plantando encima una puente para la gente de á pie, y entre cepa y cepa una portezuela, que en las avenidas le abriese el mismo peso del agua así que llegase á cierta altura.

264 De todo lo dicho hasta aquí en punto de inclusas se infieren muchas conseqüencias de suma importancia, todas contrarias á la opinion y práctica comun. Porque dexamos probado que es muy perjudicial 1.º dar diferente altura de caida á las inclusas de un mismo canal; 2.º hacer dos ó mas inclusas acompañadas, esto es, inmediatas unas á continuacion de otras; 3.º hacerlas de buque mayor de lo que se necesita para un barco solo. Por consiguiente importa dar á todas las inclusas en todo el trecho que un mismo socorro de agua abastece una misma caida, porque de lo contrario no solo se gasta mucha mas agua de la necesaria, sino que tambien se pierde mucho tiempo, inconveniente de mucho perjuicio para el comercio; fuera de que gastando con poca economía el agua de las inclusas, es preciso pare la navegacion algunos meses del año.

For-

Forma de las inclusas, y dimensiones de todas sus partes.

Forma de los cuencos.

265 La forma mas adequada para los cuencos, es sin duda alguna la de un quadrilongo algo mas largo que los barcos á los quales ha de dar paso, y lo suficiente para que estos no estorben abrir y cerrar las puertas.

No obstante, se ven muchos cuencos de forma ovalada, y acaso los hicieron así sus autores con el fin de que estando en linea curva sus espolones, vuelta su convexîdad á la parte de afuera, resistieran mejor el empujo de las tierras. Pero es patente, que esta forma ocasiona mayor gasto de fábrica, y pide mas agua para llenar el cuenco. Vamos á probar que por huir de un inconveniente, se tropieza con otro.

Todo cuenco ovalado tiene, no variando su largo, mayor superficie que si sus espolones fueran paralelos, por consiguiente necesitará mas agua, cuyo inconveniente puede ser de mucha consideracion, segun los parages y las estaciones. Por lo mismo que el cuenco ovalado tiene mayor superficie, se tardará mas en pasarle, porque se tardará mas en llenarle y vaciarle, á proporcion de lo que fuere mayor su superficie.

Verdad es que, á grueso igual, resiste mejor una pared curva el empujo de las tierras, que no una pared recta, y que para dar á esta el mismo aguante que á la otra, es preciso mayor gasto para que tenga el mayor grueso que necesita. No obstante, merece la preferencia el cuenco rectilineo, porque el piso de un cuenco ovalado coge mas extension, sale por lo mismo mas costoso, cuyo exceso se regula $\frac{2}{5}$ mas que quando es quadrilongo el cuenco.

Aquí es muy del caso considerar que si la convexîdad

dad de los espolones, opuesta al empujo de las tierras, aumenta por este lado su fuerza, su concavidad, opuesta al empujo del agua, los dexa mas endebles por esta parte; y si bien el agua es de menos peso que la tierra, su empujo es no obstante mayor.

Acaso se nos dirá que en estando lleno el cuenco, el empujo de las tierras contraresta el empujo del agua; y que como el empujo de las tierras obra solo quando el cuenco está vacío, debe ponerse mas empeño en contrarestarle. Pero, sobre que los cuencos rara vez están enteramente vacíos, y las tierras no son incompresibles, merece tanta atencion, por lo menos, el empujo del agua como el de las tierras: será por consiguiente lo mas acertado proporcionar el grueso de los espolones, de modo que puedan resistir de los dos empujos el que fuere mayor.

Es opinion general, y punto probado, que las paredes rectas y á plomo que sostienen tierras, han de tener de grueso como el tercio de su altura, y cerca de la mitad de su altura las que han de aguantar el empujo del agua; de donde se infiere que si á los espolones de los cuencos, se les diera de grueso solo lo que requiere el empujo de las tierras, se vendrian muy presto abaxo, luego que las tierras se baxaran con la presion, no quedándoles empujo alguno una vez que tienen hecho su asiento. Por consiguiente los espolones cóncavos de los cuencos, no solo no pueden cumplir con su destino, que es resistir el empujo, sino que le resisten menos en la direccion que se desea, es á saber el del agua, el que cabalmente debe llamar la principal atencion. Y aun quando no traxeran estos cuencos inconvenientes de tanta gravedad, bastaría, para deshecharlos, la circunstancia de gastar mayor cantidad de agua, y tardarse mas tiempo en pasarlos, además de que salen mas costosos.

266 El largo y ancho de todo cuenco debe proporcionarse á la forma de los barcos que han de navegar el canal. La práctica comun es hacer estos barcos mas largos y menos

nos anchos que los de los rios, cuyos barcos, por ser las mas veces poco el fondo, es forzoso hacer bastante chatos. Para los canales al contrario, cuyo fondo suele ser bastante, se usan barcos mas altos que los de los rios.

A los canales se les da comunmente de ancho lo necesario no mas para que naveguen desahogados dos barcos á la par; bien que en los parages dificultosos, donde es menester ahondar á mucha profundidad ó en peña viva, se les da de ancho lo preciso no mas para que pase un barco solo: y quando la angostura del canal coge mucho, se dexan á trechos algunos parages mas anchos, á fin de que pueda arrimarse un barco mientras navega otro por rumbo opuesto. Pero el principal motivo de usarse barcos angostos en los canales, es porque así se pueden hacer algo angostas las puertas de las inclusas, las quales, quanto mas tengan de anchas, tanto menos duran, tanto mas cuestan, y es mas trabajoso manejarlas.

En quanto al ancho de los cuencos, bastará que sea de 17 á 21 pies; sobre que así se podrán abrir y cerrar con desahogo las puertas, podrán tambien admitir los barcos ordinarios de los grandes rios, sin la penosa y freqüente sujecion de mudar de barco siempre que se pasa de un rio á un canal.

Sin embargo los barcos angostos se remolcan con menos fuerza que los anchos, y un barco largo y angosto con mas facilidad, aun en los rios, que no otro ancho y corto de igual superficie, ó por lo menos se le da mas facilmente la vuelta para sacarle quando encalla.

Al determinar el ancho y largo de los cuencos de las inclusas, es importantísimo tener presentes las dimensiones de los cuencos de los canales inmediatos, si los hubiere, particularmente quando por haberse de comunicar el canal nuevo con otro antiguo, los barcos del uno hubieren de pasar al otro. Por cuyo motivo sería muy conducente que los cuencos de los canales de un Reyno fuesen todos de unas mismas dimensiones. Pero á fin de que el

 bar-

barco esté desahogado en el cuenco, y no roce con los costados, convendrá dar un pie mas al cuenco.

Por lo que toca á su largo, debe proporcionarse de modo que las puertas baxas se puedan abrir y cerrar despues de entrado el barco. Si el timon lo estorbare, porque no se pueda ni quitar ni arrimar á un lado, será preciso hacer el cuenco largo todo lo que convenga, á fin de que no estorbe el timon abrir las puertas. Este es el motivo por que para los canales navegables, no hay mejor timon que un remo grande el qual se recoge en el barco al tiempo de pasar una inclusa.

El cuenco será de largo proporcionado siempre que coja unos 116 pies; y como el timon no estorbe, podrán pasar barcos de 105 pies.

267 La altura de los espolones del cuenco de una inclusa se compone de la altura del salto, de la altura del agua en los trámites, y de unos 2 pies, antes mas que menos, que han de quedar entre el nivel del agua y el remate de los espolones de la inclusa.

Si un canal se hubiese de comunicar con algun rio, en vez de arreglar la altura del agua de los trámites por la de las aguas medias del rio, se le dará mayor, á fin de que en los tiempos que el rio trae mas agua y puede sufrir barcos de mayor buque y cargazon, pueda admitirlos igualmente el canal. Pero el beneficio muy apreciable que se saca en todos tiempos de dar mucha altura de agua á un canal, es que los barcos navegan mejor, no cuesta tanto trabajo remorcarlos, las yerbas que cria su suelo los estorban menos, y finalmente la evaporacion es menor quando es mayor la altura del agua. Añádase á esto que en tiempo de verano, quando los rios solo consienten barcos de media carga, llevan los barcos del canal dos cargas de rio, y sale el porte mas barato.

Y porque estos barcos grandes calan cerca de 5 pies de agua, no se le pueden dar al canal menos de 6 pies de fondo, y cuenta tendrá darle 7.

En

268 En quanto á la altura de caida ó salto de las inclusas, debe considerarse que en todo canal siempre hay que subir una altura determinada, en cuyo empeño hay dos escollos que salvar. Porque 1.° si se hacen inclusas muy baxas, dándoles poca altura de salto, se necesitarán mas inclusas que si fuesen altas, se gastará mas tiempo en pasarlas todas, y el total de su coste subirá mas: 2.° si se hicieren muy altas, gastarán mucha mas agua, y sobre todo saldrá mucho mas costoso mantenerlas en buen estado, porque siendo mayor la carga de agua, el empujo obrará con mayor eficacia que no en las inclusas baxas, para abrirse paso y socavar la fábrica.

Para guiarnos por un caso práctico, supongamos que haya de subir un canal 140 pies; se podría andar este trecho con treinta inclusas de 4 pies 8 pulg. de caida; con veinte inclusas de 7 pies, ó quince de 9 pies 4 pulg. ó doce de 11 pies 8 pulg. ó diez inclusas de 14 pies; porque en los paises donde hay canales no se estila hacer sus inclusas ni mas altas ni mas baxas.

La tabla adjunta expresa el tiempo que se gastará respectivamente en pasar estas diferentes inclusas, el coste de todas, y el agua que gastarán, á fin de que con estas premisas forme juicio todo arquitecto práctico del partido que mas le convenga tomar. La tabla se ha calculado en los supuestos siguientes: 1.° que se introduzca el agua del trámite superior en la inclusa, y desde el cuenco al trámite inferior conforme diremos despues; 2.° que fuera del tiempo necesario para llenar y vaciar el cuenco, se gasten tres minutos mas, ya para que los barcos entren y salgan, ya para cerrar y abrir las puertas.

Número de inclusas, y altura de su caida.			*Tiempo que se gasta en llenar y vaciar cada inclusa.*		*Tiempo que se tarda en pasar cada inclusa.*		*Gasto de edificacion de cada inclusa.*	*Tiempo que se tarda en pasar todas las inclusas.*			*Gasto de edificacion de todas las inclusas.*	*Agua que gasta cada inclusa.*	
	Pies.	*Pulg.*	*M.*	*S.*	*M.*	*S.*	*Reales.*	*H.*	*M.*	*S.*	*Reales.*	*V.cub.*	*P.*
30 incl. de	4	8 de caida	6	58	9	58	76528	4	59	0	2295840	381	3
20 de	7	0	8	32	11	32	87440	3	50	40	1748800	571	18
15 de	9	4	9	52	12	52	100184	3	13	0	1502760	761	22
12 de	11	8	10	58	13	58	110672	2	47	36	1328064	952	19
10 de	14	0	12	2	15	2	124612	2	30	20	1246120	1143	9

Manifiesta esta tabla 1.° que quanto mayor sea la altura de las inclusas, tanta mas agua gastan á proporcion; 2.° que la misma proporcion siguen tambien los tiempos que se tarda en pasar las inclusas, y el coste de su construccion; siendo unos y otros tanto mayores, quanto menos altas son las inclusas, porque es mayor su número, bien que el aumento no es proporcional á su número.

Si se comparan las inclusas de 4 pies 8 pulgadas con las de 14 pies, se echará de ver que las primeras cuestan con corta diferencia doblado, y se tarda doblado tiempo en pasarlas, pero solo gastan la tercera parte del agua que necesitan las otras.

Si se comparan con las de 9 pies 4 pulgadas se verá que las primeras vienen á costar $\frac{7}{10}$ mas, y gastan solo la mitad mas de agua.

Hemos de inferir de este cotejo, que quando hubiere mucha agua en un canal, se podrán hacer inclusas de mucha caida, porque se ahorra mucho en el coste de la construccion, se gasta menos tiempo en pasar las inclusas, y no hay tantos incluseros que pagar.

Pero aun quando, por haber abundancia de agua, puedan usarse inclusas altas, sin el cuidado de irse á la mano en gas-

gastarla ; es de considerar que sus reparos son de mayor coste, y los riesgos mayores que no con las inclusas de caida mediana. En el canal de Languedoc, se hicieron al principio inclusas de mucha altura ; pero antes de franquear la navegacion, se derribaron todas para hacer otras mas baxas, porque la fuerza del agua destruia todas las obras.

Si por otra parte se para la consideracion en que las inclusas altas gastan duplicada ó triplicada agua de la que necesitan las inclusas medianas, y que las filtraciones son mucho mayores á proporcion, siendo muy posible atajarlas quasi del todo quando su altura no es mucha, pero imposible evitarlas quando es mucha la carga de agua, se echará de ver, que aun quando hay abundancia de agua, son de preferir las alturas medianas, y que por consiguiente, con mas razon, debe dárseles la preferencia, siempre que conviene gastar con economía el agua, como sucede en todos los canales con punto de reparto.

El salto de las inclusas mas altas que se conocen no pasa de 14 pies, ni baxa de 4 pies 8 pulg. el de las mas baxas; parece, pues, que la proporcion mas acertada será la media entre estas dos, quiero decir la de unos 9 pies: y de hecho, si se comparan unas con otras las inclusas de los canales que conocemos en Europa, se echará de ver que esta altura de 9 pies discrepa poco de la altura media de sus caidas.

269 El grueso de los espolones ha de ser proporcionado á la altura del agua que ha de caber en el cuenco, y la mitad, conforme dexamos dicho, de dicha altura. Sabemos que Belidor, al señalar las dimensiones de las inclusas, da mas grueso á sus costados; pero allí habla el citado autor de las inclusas que se construyen orilla del mar, las quales, por tener que resistir los violentos embates de las olas, han de tener extraordinaria solidez. Quando habla de las inclusas de los canales navegables, les señala dimensiones mucho menores.

En lugar de hacer los espolones á plomo, es mucho

mejor darles alguna escarpa, particularmente por detras, con lo que resisten mejor el empujo del agua; y como una de las principales miras que debe llevarse en su fábrica, es atajar las filtraciones, importa, aun quando no hubiera otra razon, hacer dichos espolones mas gruesos por abaxo que por arriba, á fin de que el grueso de la fábrica sea proporcionado al conato del agua, el qual es tanto mayor, quanto mayor sea la altura de esta. Por el lado de adentro se han de hacer los espolones á plomo, por lo menos en el trecho donde los barcos suben y baxan: ácia el pie se les podrá dar alguna escarpa, la misma que los barcos suelen tener, ó una pulgada ó pulgada y media por pie.

El menor grueso que se ha de dar á los espolones al nivel del agua es 4 pies 8 pulgadas, á fin de que quepa en medio una obra de mamposteria con betun y texa molida, que ataje las filtraciones. Acerca de este punto, se puede dar por regla general que la escarpa de las inclusas de 4 pies 8 pulg. de caida, en cuyo trámite superior hay 7 pies de agua, ha de ser de 14 pulg. añadiéndole $9\frac{1}{2}$ pulgadas por cada pie mas de altura de caida. A esta cuenta, en las inclusas de 7 pies de caida la escarpa será de 2 pies 8 pulg. 8 lineas; en las inclusas de 9 pies 4 pulg. de caida, 4 pies $3\frac{1}{2}$ pulg. en las de 11 pies 8 pulg. será de 5 pies 10 pulg.; en las de 14, será de 7 pies 8 pulg.

Al señalar esta escarpa, no se atiende ni al grueso del piso, ni á lo que los espolones suben mas arriba del nivel del agua.

Con esta escarpa se aumenta el aguante de los espolones, son estos mas impenetrables al agua, y se hace menor el cuerpo de la fábrica. En una inclusa de 11 pies 8 pulg. de caida, la resistencia crece mas de $\frac{1}{8}$, y el cubo de la fábrica de los espolones viene á ser $\frac{1}{5}$ menor.

Di-

Dimensiones de las demas partes de la inclusa.

270 A los cuencos de las inclusas los acompañan paredes de respaldo ó respaldos de arriba, que se llaman respaldos altos ó de resguardo, respaldos de abaxo, llamados respaldos de escape; paredes de ala ó alas altas y baxas, y paredes á esquadra con las alas, ó esquadras de las alas.

El grueso de los respaldos altos ha de ser menor que el de los espolones; bastaría que fuese de 3 pies y medio, mitad de la altura del agua: pero por razon de los cimientos y del betun que se ha de echar en medio, mejor será darles, y tambien á las alas de arriba, 4 pies 8 pulg. de grueso.

Los respaldos altos cogerán de largo tanto por lo menos quanto de ancho las hojas de las puertas; pero con darles 1 pie 9 pulg. mas tendrán suficiente vuelo para que en ellos se empótren las puertas quando estén abiertas.

Las esquadras de las alas son indispensables para atajar las filtraciones, y cerrarles el paso por detrás del cuerpo de la inclusa; pero como estos muros van guarnecidos por detrás con un batido de arcilla, que debe ir metido muy tierra adentro, bastará dar 2 pies 4 pulg. á estas esquadras, haciéndolas largas lo que pida la calidad del terreno, quiero decir segun se dexe calar mas ó menos del agua. El batido se proseguirá, si se quisiere, mas allá de las esquadras; y nunca jamás puede sobrar cuidado quando se trate de resguardar esta parte por delante y por detrás, igualmente que las alas, los respaldos, y la cara trasera de la pared de caida.

El grueso de los respaldos baxos no debe regularse por la altura del agua, la qual pocas veces llega á la mitad de la altura de estos muros; pero se le puede proporcionar al empujo de las tierras, dándoles por lo mismo de grueso el tercio de su altura de ellos, quando se hagan

á

á plomo sus dos paramentos. Sin embargo, lo mejor será hacer por detrás al nivel del agua una zarpa de 14 pulg. y dar á la parte inferior algun grueso mas que no á la superior. No hay necesidad de meter dentro de estas paredes mampostería de betun; bien que nada les perjudicaria en la parte que está dentro del agua.

El largo de estos respaldos de escape, ha de ser proporcionado á la altura del agua en el cuenco de la inclusa, pues las puertas baxas aguantan todo el peso del agua, cuyo peso carga todo encima del carril, el qual no tiene mas apoyo que estos respaldos de escape: pende, pues, el largo de estos respaldos del aguante que necesitan para resistir este empujo.

Para valuar este aguante, es necesario considerar 1.º que si lo que es puerta, fuera pared, el grueso de esta habria de ser el mismo que el de los espolones, quiero decir el tercio de toda la altura de las puertas; porque si bien el agua del trámite inferior contraresta el empujo de la del superior, no debe llevarse en cuenta este contraresto, por ser muy corto respecto del expresado empujo; no solo porque el peso del agua es mucho menor, sino tambien porque estando el centro de impresion muy cercano al punto de apoyo, tiene poca fuerza para contrarestar el centro de impresion del agua del cuenco, cuyo centro está mucho mas alto.

2.º Que se pueden considerar las dos puertas picudas como una sola compuerta recta inflexîble apoyada en el pico y los carriles.

3.º Como este empujo es mucho, es de presumir que si los macizos que hay detrás de los carriles no fuesen bastantes á equilibrarse con él, se haría una rotura en la fábrica, cuya tenacidad no es por sí sola capaz de mucha resistencia, especialmente quando no es muy vieja.

4.º Esta rotura se hará por un ángulo mayor ó menor segun sea mayor ó menor la entrega de los tisones. Si su largo medio fuese dos veces su ancho, el ángulo sería

ría de 45 grados; la basa del mismo ángulo sería la mitad menor, si los sillares fuesen tan largos como anchos: y podria ser todavía menor, porque los albañiles asientan comunmente los sillares poniendo su largo en la direccion del paramento; el repleno se hace las mas veces de cantos pequeños; por manera que en muchos casos no hay mas resistencia que la del paramento.

La tabla adjunta expresa, respecto de las diferentes inclusas que se suelen construir, el largo que conviene dar á estas paredes, bien se hagan gruesas un tercio, bien la mitad de su altura. Consta por la tabla que quando se les da de grueso la mitad de su altura, su largo ha de ser con corta diferencia el mismo que quando son gruesas el tercio de la misma altura, á fin de que tengan el mismo aguante; por cuyo motivo será escusado darles de grueso mas que el tercio de su altura.

Tabla para proporcionar el largo de los respaldos de escape.

		Altura del agua, ó de las puertas.		*Grueso igual al tercio de las alturas.*			*Largo de los respaldos en este supuesto.*			*Grueso igual á la mitad de las alturas.*			*Largo de los respaldos en este supuesto.*		
Pies.	*Pulg.*	*P.*	*pulg.*	*P.*	*Pulg.*	*Lin.*	*P.*	*Pulg.*	*Lin.*	*P.*	*Pulg.*	*Lin*	*P.*	*Pulg.*	*Lin.*
Incl. de 4	8 de caida	11	8	3	10	8	12	7	8	5	10	0	11	10	11
7	4	14	0	4	8	0	14	2	1	7	0	0	14	0	0
9	6	16	4	5	5	4	15	7	10	8	2	0	15	4	9
11	8	18	8	6	2	8	17	2	10	9	4	0	16	11	6
14	0	21	0	7	0	0	18	4	5	10	6	0	18	5	8

No hablo de la zarpa de 14 pulgadas que debe dexarse debaxo del agua, cuya zarpa acrecenta el aguante de la pared en términos que se pone superior al empujo que ha de aguantar.

A continuacion de estos respaldos siguen las alas, que forman con ellos un ángulo de 45 grados; claro está que si los respaldos fuesen cortos, las alas ayudarian poco á los

los respaldos para resistir el empujo del agua, porque la rotura se haría en el ala misma.

Es tambien necesario que estas paredes cojan de largo tanto por lo menos como las palancas de las puertas, para que se puedan abrir de par en par, porque por estas paredes anda el inclusero para maniobrar.

271 Las alas que se siguen á estos respaldos de escape, con los quales forman un ángulo de 45 grados, han de ser gruesas el tercio de su altura, porque sostienen tierras; si sostuviesen escarpas, se les podria echar una gradería, la qual sería una escalera de comunicacion muy acomodada entre la azotea de la inclusa y la rampa; estas alas van á rematar en la orilla del canal. Tambien podrian levantarse, á continuacion de estas alas, esquadras perpendiculares al canal; pero no son aquí tan necesarias como en la parte alta, porque la filtracion de las aguas del trámite inferior no es tan peligrosa como la de las del trámite superior, ó del cuenco.

Es práctica comun fabricar macizos detrás de los carriles, cuyo destino es recibir las llaves que sujetan las argollas, para enlazar estas con un cuerpo de fábrica de bastante consideracion, á fin de que estén mas firmemente afianzadas. Además de esto, son muy necesarios para impedir que las aguas se insinuen por detrás á lo largo de los espolones, donde formarian entre las tierras y la fábrica una separacion, la qual daría pie á toda la accion del agua del cuenco para derribar ó desplomar las paredes. Si dichos macizos no tuvieran mas destino que atajar las filtraciones, escusado sería hacerlos muy gruesos; pero deben serlo para colocar las llaves, porque cada argolla lleva dos que forman un ángulo agudo, y siguen con corta diferencia la direccion del pico. Mejor sería que se dirigieran las llaves una ácia arriba y la otra ácia abaxo, para contrarestar el empujo del agua, por una parte, quando las puertas están cerradas, y por la otra, el peso de las puertas quando se están moviendo.

Tam-

272 Tambien se echan á veces contrafuertes á lo largo del cuenco, con la mira de que los espolones resistan mejor el empujo del agua, y entonces haciendo estos menos gruesos se ahorra mucho. Pero como el principal empeño, el mayor cuidado en todo canal, es atajar las filtraciones, mas acertado será hacer los espolones del grueso competente en todo lo que cojan de largo, y deshechar los contrafuertes.

273 La pared de caida se hace comunmente á plomo; pero se le puede dar alguna escarpa, sin rezelo de que esta cause estorbo alguno á los barcos, los quales nunca tienen á plomo ni la popa ni la proa. Quando está vacío el cuenco, y se le va llenando, cayendo el agua desde la cumbre de la pared de caida va socavando con el tiempo el piso. Para precaver este daño, sería muy acertado dar á la pared de caida una forma de perfil cóncavo; porque llegando á ser entonces orizontal la direccion del agua al último de su caida, perjudicaría menos el piso que quando cae inclinada.

Quando los picos ó batientes picudos se hagan de sillería, tendrá cuenta dar á las paredes de caida una planta de forma cóncava, á fin de que las cuñas de los picos tengan ácia sus extremos bastante corte, de modo que queden firmemente asentadas. Por lo que toca al grueso de estas paredes, es práctica comun, cuyo fundamento no alcanzo, darles mucho: paréceme que sería bastante darles el mismo grueso que á los espolones. Mas adelante daremos otro modo de labrar estas paredes, arreglado al modo con que el agua debe pasar desde el trámite superior al cuenco.

274 La construccion del piso, es de todos los puntos el que mas cuidado pide, por ser esta la parte de la inclusa mas dificultosa de conservar y mas necesitada de reparo. Antiguamente los mas de los pisos se hacian de madera; pero deben escusarse todo lo posible, porque la madera nunca enlaza bien con la fábrica; siendo quasi imposi-

si-

sible que dexe de colarse por entre los maderos del zampeado y la mampostería que se fabrica entre los pilotes una lengua de agua, que hace mucho empujo, por causa de la mucha que sobre ella carga; esta agua pone combado el piso, desune los ensamblages, y suele estorbar el manejo de las puertas. No se puede negar que quando el piso es de madera, el choque del agua al caer desde el trámite alto le roba menos que quando es de fábrica; y si esta no tuviese materiales de buena calidad, será muy acertado echar sobre el piso de sillarejos un aforro ó contrapiso de madera de cruceros clavados en maderos empotrados en las paredes, pero solo en el parage donde da el agua al caer.

Siempre que haya proporcion, lo mejor será hacer de grandes losas la superficie del piso, ensamblando sus carreras, para mayor seguridad, á cola de milano en una carrera de sillares asentados de canto, que cojan todo el grueso del piso; con cuyo artificio, dificultoso será que se descompongan los sillares.

Quando no hubiere mas recurso que hacer de grandes sillarejos el piso, será preciso hacerle cóncavo, á manera de bóveda trastornada, acepillando los sillarejos en corte.

Si el terreno donde se ha de construir la inclusa fuese firme, bastará dar de grueso al piso desde 28 á 42 pulgadas; pero si no se tuviese entera confianza del terreno, será mas acertado echar una plataforma ancha y de 5 ó 6 pies de grueso, sobre la qual se levantarán los paredones de la inclusa y asentará el piso; si el terreno careciere enteramente de consistencia, será indispensable hincar pilotes.

En la parte de abaxo es necesario fundar una pared de guardapiso tan honda como se pueda; y por ser esta la parte de la inclusa mas expuesta á socavarse, es necesario darle toda la posible solidez. Esto se conseguirá dando á la planta del guardapiso una forma cóncava tangente la direccion de las alas, mediante lo qual formará

rá dicha pared una bóveda cuyos estrivos serán dichas alas. Las dovelas de su última hilada se labrarán con dos cortes, porque pueda formar por encima un arco hueco, con cuyo artificio las cuñas podrán asentarse y mantenerse muy apretadas unas con otras y sin grapas. Esta hilada es la que ha de afirmar todas las demas del piso y por lo mismo debe asentarse con el mayor esmero posible.

275 Resta señalar la salida mas proporcionada que se ha de dar á los picos de las inclusas, en cuyo punto hay muchos casos que considerar; 1.º si las puertas formasen, estando cerradas, un ángulo recto, la salida sería igual á la mitad del vano; esta sería naturalmente la salida máxîma que se pudiera dar, y este ángulo el mejor de todos para que juntasen bien las hojas unas con otras; porque obrando entonces contra las puertas en direccion perpendicular el empujo del agua, cada hoja empujaría la otra en direccion perpendicular al largo de los maderos, en cuya direccion tienen cabalmente mayor resistencia. Sin embargo quando las puertas forman un ángulo obtuso, son menos anchas las hojas, y por lo mismo mucho mas fuertes. Pero tan obtuso podria ser este ángulo, que las hojas formarían, estando cerrada la puerta, una linea recta; en este caso serían á la verdad del mínimo ancho posible, pero no podrian sostenerse, cuyo defecto es el peor de todos.

Es, pues, necesario tomar un partido medio, ó entre el pico de máxîma y mínima salida, ó entre el máxîmo y mínimo ancho del vano, ó entre el ángulo máxîmo y mínimo que forma la puerta con el ancho del cuenco. En el primer caso, la salida del pico será la quarta parte de su ancho; en el segundo, su tercio al poco mas ó menos; y en el tercero, será como su quintavo.

El último ángulo tiene poca salida; y quando es poca con extremo, se corre riesgo de que no apoyen bastante unos en otros las maderos, y dándosela mucha, el úni-

único riesgo que se corre es tener que hácer mas anchas las hojas, lo que podrá verificarse sin perjuicio de su solidez, con tal que se hagan mas fuertes. Creemos, pues, que debe preferirse uno de los dos primeros partidos, bien que acaso lo mejor será tomar una salida media entre las dos, dando á la salida del pico entre el tercio y el quarto del ancho de la inclusa, bien que no puede haber inconveniente en darle la que se quiera de las dos dimensiones.

Entre veinte y seis exemplos, parece que la salida mas comun es el tercio, y la media entre todas el quarto; y los mismos exemplos manifiestan que la salida media entre todas estas maneras de considerarla, es $\frac{7}{24}$, ó la media entre el tercio y el quarto.

Estos picos suelen hacerse de madera, y tambien de sillería; pero los vivos de estos últimos saltan, las juntas de los sillares se descarnan, colándose por entre ellos el agua, cuyo daño es tanto mas dificultoso de precaver, quanto hay poquísima distancia entre el parage por donde puede introducirse el agua, y el parage por donde puede salirse.

Todos estos inconvenientes se precaverán quasi del todo plantando en la parte delantera de los picos de sillería dos maderos para recibir los golpes de las puertas, cuyos maderos serán mas fáciles de labrar que no los sillares, á fin de que las hojas junten bien; se asegurarán, por medio de pasadores, con los sillares de debaxo, y entregarán en las paredes; las filtraciones por entre los maderos y los sillares se precaverán calafateando las juntas con moho.

Porque los rios suelen acarrear piedras, guijarros, y tambien grava, se experimenta en los picos de las inclusas un inconveniente de mucha gravedad, y es que se meten con bastante freqüencia entre el pico y las puertas algunas piedras, las quales estorbando cerrarlas bien, son causa de desperdiciarse mucha agua; cuyo daño no es facil de remediar con la correspondiente diligencia.

Pa-

Con el fin de precaver este inconveniente, se dexa una vaga de algunas pulgadas entre la puerta y el suelo del piso; tambien conduce cortar á chaflan el pico y el travesaño inferior, á fin de que al cerrar la puerta las hojas echen los guijarròs. Enseñaremos muy en breve como se pueda escusar este inconveniente, de poquísima entidad en los canales de navegacion cuya agua no corre.

Se viene á los ojos que la parte del piso donde se mueven las hojas, no ha de estar á manera de arco, pero conviene construirla con toda la posible solidez, y sobre todo de modo que no pueda el agua trasporarse por ella para ir á brotar por el piso que hay entre los respaldos de escape, cuyo piso debe hacerse con mayor cuidado todavía que los demas; se le puede dar la forma de un arco, pero conviene juntarle sin remedio con el pico mediante superficies ganchas, porque este pico no puede menos de estár siempre á nivel.

Puertas de la inclusa.

276 Las hojas de las puertas de toda inclusa se hacen de dos maderos verticales llamados largueros, y de muchos travesaños orizontales. Aunque los largueros, por estar apoyados en todo lo que cogen de largo, no trabajan mucho, se les dá no obstante mayor grueso que á los travesaños; porque sostienen todos los ensamblages, y forman un bastidor que ha de sujetar todas las piezas. Todo el peso del agua carga sobre los travesaños; y porque le han de aguantar tanto mayor quanto mas abaxo estan del nivel del agua, parece natural sean diferentes sus dimensiones, y proporcionadas á la carga que han de resistir.

Para determinar estas dimensiones, debe considerarse que es estilo dexar entre los travesaños de las puertas dos pies á lo menos de medio á medio, y quando mas tres pies; por manera que respecto de los cruceros que los

cubren, cada pie linear sostiene en el primer caso dos pies de agua, y tres en el segundo.

La carga que cada travesaño sostiene, se sabrá multiplicando su largo por la distancia entre uno y otro, por la altura del agua mas arriba del medio del travesaño, y todo este producto por 48 libras, peso de un pie cúbico de agua. El producto total expresará las libras que el travesaño ha de aguantar en todo lo que coge de largo.

277 Quando se dán á los maderos dimensiones que pecan de grandes, salen las puertas pesadas, lo que puede conmover las argollas, y la fábrica donde estan clavadas, dando lugar á reparos que serían muy escusados, si las puertas fuesen mas ligeras.

Los bastidores ó largueros llevan dos pulgadas y media de grueso mas que los travesaños, y rebaxos para recibir las cabezas de los cruceros clavados por su largo en los bastidores, cuyos cruceros enrasan con los largueros; los cruceros aumentan no poco la resistencia de los travesaños, y los bastidores tambien por causa de su mayor grueso.

278 Entre los travesaños tambien se ensamblan tornapuntas, las quales sirven de poco para contrarestar el empujo del agua y alivian poco los travesaños; pero son de mucho beneficio para mantenerlos asegurados unos con otros, especialmente por su situacion inclinada; sujetan los travesaños superiores, y trasladan su peso al pie derecho del carril.

Es esencial, especialmente en las puertas grandes, poner diagonalmente muchas tornapuntas, ó por mejor decir una riostra encaxándola en los travesaños, de modo que coja desde el ángulo del travesaño superior junto al pie derecho escaseado, y vaya afianzarse al pie del larguero del carril junto al travesaño inferior. Todas las tornapuntas que están mas arriba de la diagonal tienen el mismo destino que ella, y su inclinacion ha de ser la misma; pero las de debaxo, como descansan en el trave-

ve-

vesaño inferior, le empujan ácia abaxo; y aun quando estuvieran bien clavadas con los travesaños, su inclinacion ácia el lado del carril, en ningun modo coadyuva á sostener el travesaño inferior. Pero se conseguira coadyuve inclinándolas de lado á la parte contraria, y ensamblándolas por medio de clavijas con los travesaños, lo que por otra parte obraría el mismo efecto que las aspas, sin las quales debe confesarse que hay pocos ensamblages de bastidor de carpintería algo sólidos.

En lugar de inclinar las tornapuntas que están debaxo de la diagonal, del lado del larguero escaseado, se suele plantar una llanta de hierro en diagonal desde la argolla hasta el pie del mismo larguero. Esta es buena práctica; pero podrá escusarse la llanta asentando los cruceros en diagonal é inclinándolos del lado del pie derecho escaseado, y asegurando sobre todo solidamente el de la diagonal mas arriba del larguero del carril y al extremo del travesaño inferior. En el mismo parage podria substituirse al crucero un madero con muescas enfrente de los travesaños, sin hacerles muescas, ó quando mas de una pulgada por no debilitarlos: estos maderos sólidamente ensamblados en el travesaño inferior le enlazarían con el larguero, y harian muy firmes los ensamblages; la colocacion de los cruceros en diagonal les da tambien mucha fuerza para resistir el empujo. Verdad es que por una parte se pierde alguna madera, pero hay tambien por otra la proporcion de gastar maderos de diferentes tamaños: lo que da la ventaja de gastar madera buena, pues al labrarla se desecha la parte defectuosa.

279 Las puertas se abren por medio de grandes maderos asegurados en la cabeza de los largueros; hacen estas palancas romana con las puertas, lo que proporciona algun alivio á las argollas, y especialmente al ensamblage de las puertas. Por estos motivos tendría gran cuenta dexar muy grueso el brazo de la palanca, hacerle de troncos de árboles, dexando muy corpulento su extremo, ó cargándole un tro-

zo de piedra. En quanto á lo demás, esta palanca ha de ir ensamblada por medio de una aspa con el travesaño superior, cuya aspa afianzará todos los ensamblages del bastidor.

280 Los pies derechos ó largueros del carril dexan comunmente salirse mucha agua, porque para que se muevan desahogados, es preciso dexarles alguna holgura, la qual da lugar á este desperdicio. Sería muy díficultoso atajarle, si el tejuelo no tuviera algun movimiento, y entrara ajustada la argolla; pero el peso del agua hace que junte bien la puerta apretándola fuertemente al carril; sin embargo, á pesar de esta presion se cuela facilmente el agua, porque siendo de forma circular el larguero, apoya ó se arrima en corta extension.

Podrá remediarse este inconveniente labrando los largueros parte en punta de taco y parte de forma circular; la parte en punta de taco se arrimará al carril, el qual estará labrado del mismo modo, é interceptará toda comunicacion entre uno y otro lado; asi, la parte circular no tocará la fábrica; y como se le dexe la holgura correspondiente, de ningun modo estorbará el movimiento necesario.

Tambien tendria cuenta hacer de madera el carril, enlazándole con la fábrica por medio de grapas ó pasadores. Sería facil sin duda alguna fixando moho en las juntas, atajar el agua de modo que no pudiera pasar por entre esta madera y la pared, pero mas facil sería todavía labrar á gusto la madera que no la piedra para que cerrara muy junta la puerta.

281 Los largueros escaseados en chaflan suelen tambien ocasionar mucho desperdicio de agua; porque si no están labrados con cuidado solo se tocan por una de sus aristas, y juntándose en una corta superficie, no puede menos de quedar hueco por donde escaparse el agua. Con la mira de que se toquen en todo su ancho, se labrarán de forma circular, convexo el uno y cóncavo el otro, me-

mediante lo qual, aun quando las puertas se vencieran algunas pulgadas, siempre encaxarian muy bien, la curva de dichas caras ha de ser un arco de círculo de 9 pies y medio á 10 y medio de radio.

Todas las puertas de las inclusas de los canales de navegacion se hacen en linea recta; porque como no es mucho su ancho, ni necesario que los maderos sean de grueso estremado, mas acomodado será hacerlas antes derechas que curvas.

Las argollas abrazan por lo comun todo el larguero del carril, el qual teniendo como unas 14 pulg. de diámetro ocasiona mucho rozamiento, especialmente quando la palanca de la hoja no hace romana. Podria plantarse un corpulento pasador en el exe del larguero y substituir una argolla chica que abrazara este exe. Pero este recurso solo servirá quando se usen largueros á chaflan, como los que propusimos antes, por ser indispensable que los largueros redondos se muevan en su argolla, lo que con un exe sería dificultoso. Es igualmente necesario que estas argollas vayan aseguradas con llaves de hierro, empotradas muy adentro en la fábrica, por cuyo motivo conviene hacer fuertes macizos que las reciban.

282 Los tejuelos se descomponen muy facilmente, porque con los largueros, conforme se usan, no pueden menos de tener algun movimiento; usando largueros escaseados, se podrian asegurar, plantándolos con esta mira en grandes sillares; tambien sería provechoso engraparlos con los sillares inmediatos, ó enlazarlos con llaves en el macizo de la fábrica. Estos tejuelos se hacian en otros tiempos todos de cobre, pero son igualmente buenos los de hierro colado. Los de hierro colado han de ser tan gruesos como el diámetro del larguero, y cerrados por abaxo á manera de casquete esférico.

283 Lo demás del herrage de las puertas consiste en esquadras que conviene echar muy dobles, en cada hoja se plantan una ó dos llantas de hierro sobre los travesa-

ños, cuyo oficio es enlanzar unos con otros los largueros por medio de buenos pasadores.

Como se llenan y vacian los cuencos de las inclusas.

284 El mayor contrario de las inclusas, y la causa de quasi todos los socavamientos que padecen, es la rapidez con que pasa el agua desde el trámite superior al cuenco, ó desde este al trámite inferior. Como la diferencia de los niveles de agua es suma, y es preciso dar suficiente luz á los postigos porque no se tarde demasiado en llenar y vaciar el cuenco, sale con mucha rapidez un golpe considerable de agua, el qual cayendo quasi á plomo desde el trámite superior sobre el piso del cuenco, le socava y perjudica mucho. El golpe de agua que sale por las puertas baxas hace todavía mas estrago, bien que por ser quasi orizontal el impulso del agua, es por consiguiente menos eficaz que si cayera desde alto; pero como la carga es mucho mayor que no en las puertas altas, y quasi siempre mas que doblada, la violencia del agua y tambien su efecto es mucho mayor; siendo este el motivo de hacerse contrapisos muy largos mas abaxo de las inclusas, de revestir las orillas del canal en el mismo parage; á pesar de cuyas precauciones hay todavía que hacer allí mismo freqüentes reparos.

La situacion de las hojas de las puertas inclinadas una respecto de otra, es causa de que las corrientes que salen por los postigos no son paralelas al canal, y van á chocar con las orillas á alguna distancia de la puerta; desde donde son rechazadas á la orilla opuesta, y en algunos casos repetidas veces desde una á otra, lo que las arruina en un trecho de bastante extension.

Si los dos postigos se abriesen á un tiempo y con la misma presteza, encontrándose entonces las dos corrientes con fuerza igual, se originaría de aquí una corriente media, que seguiría la direccion de la inclusa; pero en las

mas

mas de las inclusas hay solo un inclusero para abrir los postigos, y si hay dos no empiezan á un tiempo, ni maniobran con igual diligencia: así la corriente quasi siempre se encamina á un lado solo, particularmente quando se empiezan á abrir los postigos; siendo este tanto mayor daño, quanto entonces es mayor la rapidez del agua.

285 En algunos canales el agua pasa por aqüeductos curvos hechos de intento en los espolones cuyo método, si bien lleva algunas ventajas al primero, no dexa de tener tambien muy graves inconvenientes. El agua que se introduce en la inclusa entra de lado, y va á chocar con los espolones opuestos, desde donde es rechazada del uno al otro, lo que perjudica á los espolones y á los barcos; del mismo modo cae al fondo del aqüeducto, y bien presto le descarna. El agua de abaxo, que sale solo por un lado, roba tambien mucho mas un lado que otro, y para dar alguna resistencia á las orillas es indispensable revestirlas de empedrado un trecho bastante largo, y hacer contrapisos muy sólidos. Los diques de sillarejo, que son los de mayor aguante, no sirven aquí; la corriente los deshace y se los lleva, formándose con esto en el canal montones de escombros, que estorbarían su navegacion si no se quitaran.

286 A la salida de las inclusas suele hacer el agua socavamientos curvos, y para precaver este daño se han fabricado en algunos canales, á continuacion de sus inclusas, dos grandes alas de fábrica en la direccion de dichas curvas, continuándolas bastante trecho. Pero ni esta ni otras precauciones han bastado para precaver del todo en los canales que se conocen este perjuicio. Fuera de que las compuertas ordinarias pierden mucha agua, es dificultoso que ajusten bien con los largueros de los vanos donde encaxan; se levantan con gatos ó husillos, cuya maniobra consume mucho tiempo; por consiguiente ni se llenan ni vacian los cuencos tan aprisa como se podria; finalmente el vano que es preciso hacer en las grandes hojas,

cortando la correspondencia de los maderos y los ensamblages, no puede menos de debilitarlas.

Como el mayor inconveniente de estos postigos procede únicamente de la rapidez del agua, todo se reduce á quitársela, haciendo que surta desde el fondo del piso á manera de borboton; despues que esta agua ha caido ya no tiene fuerza y se pone mansa, porque cayendo, como cae, perpendicular, no hay razon alguna para que se encamine antes á un lado que á otro.

287 A este fin, se podrá hacer debaxo del pico superior, y en el grueso de la pared de caida una bóveda cuyo piso tenga dos agugeros de unos dos pies de diámetro; en los respaldos altos, y detrás de las puertas se harán tambien dos rebaxos anchos tres pies y altos otro tanto por donde entrará el agua; el suelo de cuyos rebaxos será de un gran sillar en el qual se labrará un agugero de dos pies de diámetro, que vaya ensanchándose ácia arriba á manera de cono truncado trastornado; las bocas de entrada y salida se comunicarán por tubos acodillados metidos en el cuerpo de la fábricas, los quales podrán ser de hierro colado ó de bronce. Quando se tome este partido, se labrarán gargollas semicirculares, juntándolas unas con otras, sus sillares con grapas, y tapatando sus juntas con moho machacado y betun; los tubos tambien se pueden hacer de muchas losas á manera de tubo quadrado, bien engrapadas, llenas sus juntas de betun, todo muy asegurado en el macizo de la fábrica hecho con cuidado todo alrededor.

Las bocas se taparán del mismo modo que los ojos de las albercas con tapones de madera, hechos á manera de conos trastornados como las mismas bocas; cada tapon tendrá su mango el qual se levantará con palanca desde la azotea de la inclusa para dexar pasar el agua desde el trámite superior al cuenco; para taparla, bastará dexar caer el tapon y dar un golpe de mazo en el mango. No se puede negar que este modo de tapar una bo-

boca es mejor que los gatos y husillos.

Desde el cuenco se encaminará el agua al trámite inferior del mismo modo con corta diferencia; á cuyo fin se harán á nivel del piso detrás de las puertas bocas como arriba, y para bocas de salida se harán en medio del largo de los respaldos de escape, rebaxos como los que diximos antes pero algo mayores que los de entrada, los quales á nivel del piso se empedrarán con un gran sillar en el qual habrá un agugero de dos pies de diámetro por lo menos, el qual se comunicará con la boca de entrada por un tubo de hierro ó de losas, metido en lo interior de la fábrica de los cimientos de los espolones. Estas bocas tambien se taparán con un tapon cuyo mango pasará por un agugero hecho de arriba abaxo en el grueso de las espolones; haciendo lo propio en los tapones superiores.

En lo interior de todo caño que da agua á boca llena se forma un borboton, bien que no sube muy alto, sin el qual el gasto del agua á la salida sería mayor que la que puede entrar en el mismo tiempo: para que este borboton sea mucho menor, se ha de hacer el tubo de modo que desde la boca de entrada á la salida se vaya ensanchando.

Los rebaxos de escape se harán mas anchos qua no los de entrada, de grandes sillares todos engrapados unos con otros para que estén muy asegurados, el piso contiguo estará tambien engrapado, igualmente que las dovelas de la bóveda debaxo de la pared de caida, y la pared que se fabricare en el suelo del rebaxo, la qual se trabará con la pared guardapiso de arriba.

Es muy patente que por este método no se formaría corriente alguna en el cuenco; y aun quando se formara abaxo al salir de los respaldos, como habria dos corrientes encontradas, se atajarían una á otra y morirían ambas antes de pasar la inclusa. Es, pues, verisimil que así se escusarían todos los contrapisos que en los mas de los

ca-

casos es preciso echar mas allá de las inclusas, los quales son de mucho coste.

288 Aunque en los casos ordinarios importa estorbar que el agua pase con violencia desde el trámite superior al inferior, hay no obstante circunstancias en que puede tener cuenta seguir este método. Pero mas cuenta tendria hacer que saliera por debaxo de las puertas en todo lo que cogen de ancho en poca altura, que no por una boca quadrada alta dos pies; entonces no pasaría por abaxo de las puertas mas que una lengua de agua, la que obrando orizontalmente, robaría mucho menos el piso que quando el agua, sobre salir con rapidez, sale inclinada al orizonte.

Para este fin es necesario que el travesaño inferior se plante como un pie mas arriba del pie de los largueros; la compuerta será una simple tabla, tan larga como sea ancha la puerta, clavados sus extremos con dos virotillos, que se levantarán con palancas; el pico, al qual han de estar arrimadas estas tablas, tendrá poca altura, y labrando la parte inferior de estas compuertas en punta de taco, empujarían las piedras y la grava que acaso hubiese delante del pico, el qual bastaría tener mas elevado solo en medio, á fin de sostener los largueros escaseados.

Esta construccion dá lugar á una corriente por debaxo de las puertas, para echar quanto pueda atascarse allí, y sería sobre todo muy del caso en los rios que acarrean mucha arena, y en las de los canales puestos en los parages donde se comunican con los rios, á fin de precaver se amontone la arena, que las mas veces dificulta á los barcos entrar en los canales.

Edificacion de la inclusa.

289 Esta inclusa, cuya edificacion vamos á dar por modelo, es de un barco solo, de 11 pies 8 pulg. castellanas de caida, y 18 pies 8 pulg. de distancia entre los dos espo-

F
C
A
D
E
F

18
C
D

20
P
D
Q
R
E
S

21.
B
E
c
D
b
C
a
A

A

23
3
2
1
O
B

casos es preciso echar mas allá de las inclusas, los quales son de mucho coste.

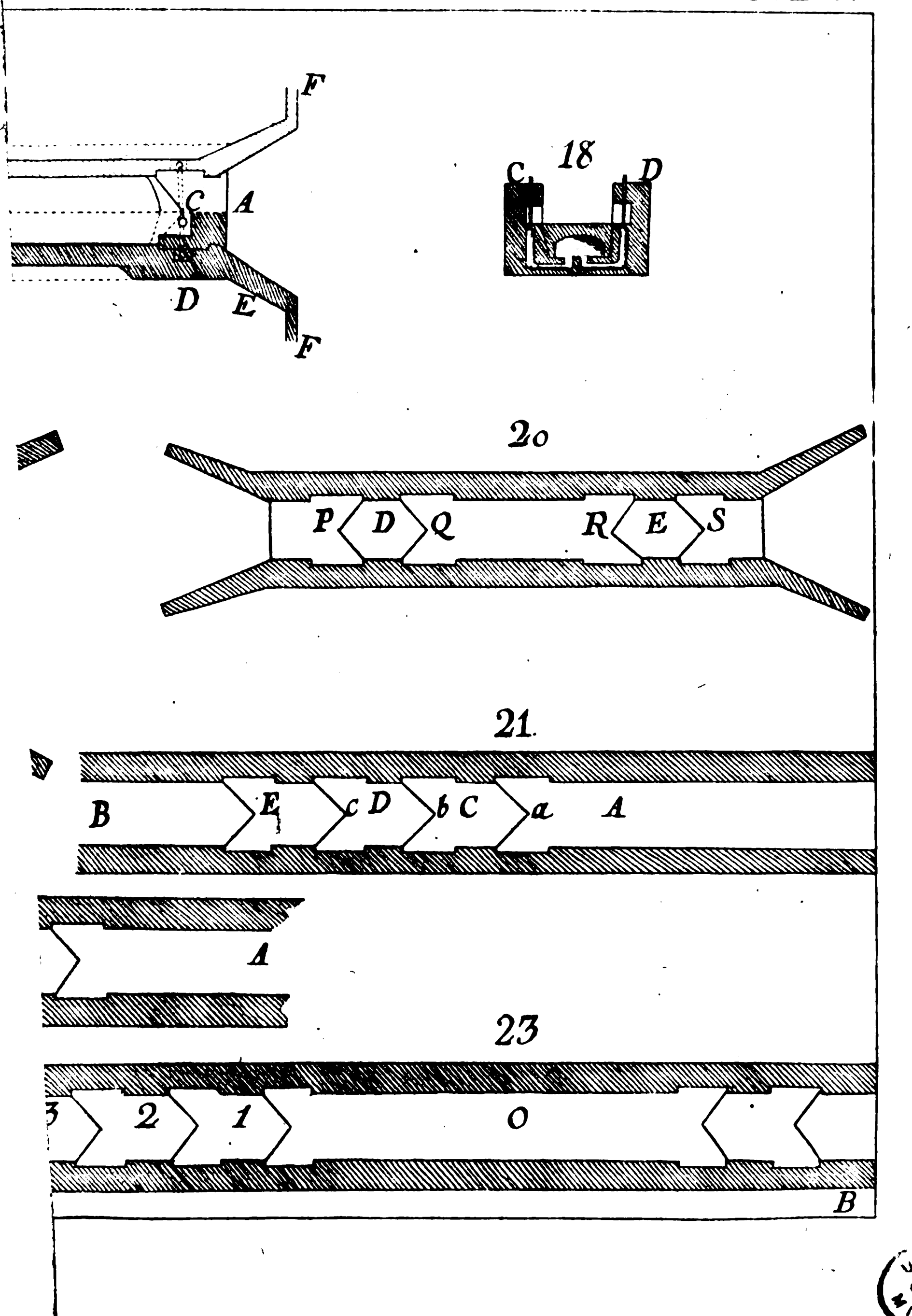
288 Aunque en los casos ordinarios importa estorbar que el agua pase con violencia desde el trámite superior al inferior, hay no obstante circunstancias en que puede tener cuenta seguir este método. Pero mas cuenta tendria hacer que saliera por debaxo de las puertas en todo lo que cogen de ancho en poca altura, que no por una boca quadrada alta dos pies; entonces no pasaría por abaxo de las puertas mas que una lengua de agua, la que obrando orizontalmente, robaría mucho menos el piso que quando el agua, sobre salir con rapidez, sale inclinada al orizonte.

Para este fin es necesario que el travesaño inferior se plante como un pie mas arriba del pie de los largueros; la compuerta será una simple tabla, tan larga como sea ancha la puerta, clavados sus extremos con dos virotillos, que se levantarán con palancas; el pico, al quál han de estar arrimadas estas tablas, tendrá poca altura, y labrando la parte inferior de estas compuertas en punta de taco, empujarían las piedras y la grava que acaso hubiese delante del pico, el qual bastaría tener mas elevado solo en medio, á fin de sostener los largueros escaseados.

Esta construccion dá lugar á una corriente por debaxo de las puertas, para echar quanto pueda atascarse allí, y sería sobre todo muy del caso en los rios que acarrean mucha arena, y en las de los canales puestos en los parages donde se comunican con los rios, á fin de precaver se amontone la arena, que las mas veces dificulta á los barcos entrar en los canales.

Edificacion de la inclusa.

289 Esta inclusa, cuya edificacion vamos á dar por modelo, es de un barco solo, de 11 pies 8 pulg. castellanas de caida, y 18 pies 8 pulg. de distancia entre los dos espo-


F
18
C
D
C
A
D
E
F
20
P
D
Q
R
E
S
21
B
E
c
D
b
C
a
A
A
23
3
2
1
O
B

polones de su cámara, paralelos á la linea del medio del canal, cada uno de 49 varas 4 pulg. 8 lin. de largo hasta las alas; inmediatamente despues que salgan de los cimientos tendrán 8 pies 9 pulg. de grueso, por 19 pies 3 pulg. de alto; en un trecho de 21 pies 2 pulg. 4 lin. correrán á plomo en cada uno de sus extremos, donde se plantarán las puertas picudas y sus batientes. Los espolones tendrán en todo lo que coja el cuenco una escarpa de 7 lineas por 14 pulg. en una altura de 16 pies 4 pulg. contadas desde encima de una zarpa de 2 pulg. 4 lin. que se dexará 2 pies 10 pulg. mas arriba del suelo. Cada espolon irá fortificado por detrás con 5 estribos de 4 pies 8 pulg. de grueso cada uno, por otro tanto de vuelo; echando uno en cada extremo del espolon antes de la cámara, y los demas espaciados con igualdad entre los primeros. Así los espolones como sus estribos se levantarán á plomo por partes, dexando tres zarpas; la primera de 4 pulg. 8 lin. y estará á la altura de la zarpa interior de que se habló antes; las otras dos, de 16 pulg. 11 lineas cada una 5 pies 5 pulg. 4 lin. una mas alta que otra; mediante cuyas zarpas los espolones quedarán reducidos á unos 6 pies 1 pulg. 6 lin. cerca de su remate, á cuya altura se echará una hilada que los coronará sin escarpa. Todo ello estará fundado á nivel sobre un macizo general de 3 pies 6 pulg. de grueso en derecho del medio del cuenco, y 4 pies 8 pulg. debaxo de los espolones, donde formará zarpa de 7 pulg. de cada lado. Esta diferencia que es de 14 pulg. provendrá de un arco trastornado, cuya cuerda tendrá 18 pies 3 pulg. 4 lin., y la sagita 1 pie 2 pulg. Este arco no cogerá sino lo largo de la cámara.

En los extremos de cada espolon se levantarán alas, en la direccion diagonal de un quadrado de 8 pies 2 pulg. de lado, y á continuacion de estas, esquadras, cada una de 21 pies de largo. Las alas serán gruesas 7 pies, y las esquadras 4 pies 8 pulg. en su pie, reducidos á 2 pies 11 pulg. en la cumbre; todo lo qual debe entenderse de la parte alta de la inclusa. Por lo que toca á la parte baxa, las alas serán

rán gruesas 8 pies 3 pulg., las esquadras 7 pies en su nacimiento, los quales en la cumbre se quedarán en 3 pies 6 pulg. A todas estas paredes se les darán 7 pulg. menos en su cumbre para dexar una zarpa en su cara trasera á la altura de la segunda de los espolones. Los paramentos de todos estos muros se levantarán á plomo, y en todo su ámbito tendrán una zarpa de 2 pulg. 4 lineas como los espolones.

El sitio destinado para plantar las puertas picudas y el batiente cogerá 21 pies 2 pulg. 4 lineas, contadas desde los extremos de los espolones. Se le pondrá á un nivel con la altura señalada para el suelo del canal, arriba y abaxo, en un trecho de 13 pies 5 pulg. hasta el pico del batiente, y 3 pies 1 pulg. 4 lineas mas para llegar al fondo del carril. Los picos tendrán 3 pies 1 pulg. 4 lineas de salida que componen la sexta parte del ancho de la inclusa entre sus espolones.

El pico y la parte siguiente, en un ancho de 4 pies 8 pulg. contados desde el pie de los carriles, se harán tambien á nivel; con lo que, la caida que estará á continuacion del pico alto, tendrá 12 pies 6 pulg. 6 lin. hasta el medio del suelo de la cámara, y solos 11 pies 8 pulg. hasta encima del pico baxo, por cuyo parage se regula la caida de la inclusa.

La cámara de las puertas picudas altas, se fundará á un nivel 15 pies 2 pulg. mas abaxo del pico, á la misma profundidad cabalmente donde estará el macizo general del cuenco, de los espolones y de las paredes extremas de la inclusa.

El macizo que servirá de cimiento á la cámara y pico de las puertas baxas, y á las paredes extremas de los espolones, se echará 3 pies 6 pulg. mas abaxo que el cimiento del piso y de los espolones de la inclusa, y mas abaxo todavía, si los agotamientos lo consintieren, cuyo macizo se continuará hasta la alineacion de las esquadras de la inclusa, donde rematará.

Con

Con el fin de impedir se trasmine el agua por debaxo de estos macizos, se hincarán dos filas sencillas de tablestacas muy juntas en la parte superior, y dos filas dobles debaxo del macizo inferior, de 49 pies de largo cada una, y perpendiculares á los espolones; es á saber, las unas 21 pies 7 pulg. mas allá del pico donde remata el piso, y las demás 5 pies 5 pulg. 4 lin. mas acá; medido todo ello desde el medio de las mismas filas. Mediante esta disposicion, estas últimas estarán debaxo del medio de los primeros estribos mas allá de cada cabeza, y los pasarán unos 4 pies 1 pulg.

Los carriles se trazarán conforme se dirá despues. En los espolones se harán muescas, para meter las hojas de las puertas picudas y las ventanillas; cuyas muescas tendrán 15 pulg. 2 lin. de hondo para las puertas y 7 pulg. mas en derecho de las ventanillas. Pasadas estas muescas y carriles quedarán 4 pies 8 pulg. de ancho de cada lado, el qual, mediante la escarpa de los espolones de la cámara figurará pilastras en simetría, para la buena vista que admite esta fábrica.

Los espolones se coronarán con una hilada de 17 pulg. 6 lin. de alto y 2 pies 11 pulg. de ancho paralelo á manera de tableta, y las demás paredes se coronarán con una hilada parecida á esta de solos 2 pies 4 pulg. de ancho. Lo restante del grueso de los espolones y estribos se cubrirá con un empedrado de cubos asentados sobre cama de arena.

No se gastará mas madera en esta obra que la de las puertas y filas de tablestacas de que se habló poco ha; porque como la madera no forma enlace con la fabrica, se originarian acaso trasporaciones muy perjudiciales á la obra.

Como conviene, para la buena vista, continuar los diques del canal por su misma linea hasta las inclusas, y que por lo regular el terreno está mas elevado ácia la parte baxa de esta obra, todo lo que monta su caida, el glacis ó escarpa de las tierras será aquí demasiado pino, de modo

que

que no podrá mantenerse por sí. Por lo mismo se harán allí paredes de piedra seca aseguradas por su pie con una fila de pilotes en toda la extension de las rampas, que serán de 7 pulg. por 7 pies desde la altura ordinaria de los diques hasta el extremo baxo de la inclusa.

Para precaver las socavaciones que el agua podria hacer con su impulso al caer sobre el terreno natural, se hará abaxo en un trecho de 23 varas 1 pie de largo por 11 varas 2 pies de ancho un contrapiso de faginas sobre el qual se echará un empedrado de cubos, asegurando este resguardo en sus extremos con pilotes afianzados por medio de travesaños; el de arriba no tendrá mas que 7 pies de largo.

Construccion.

290 Las zanjas para los cimientos de estas paredes se abrirán por partes á nivel tan hondas como se dixo; se harán 7 pies mas anchas que la cara trasera de los espolones y estribos, dexando además de esto, si el terreno fuese arenisco, las escarpas necesarias para que no se derrumbe. En este ancho se abrirán otras zanjas por donde las aguas de estas zanjas se encaminarán á los sumideros que se harán en los extremos de la parte inferior, de los quales se sacarán con los ingenios adequados. Las tierras se llevarán con carretillas ó acuestas á las inmediaciones de la inclusa, donde servirán para formar las rampas de la parte baxa, y tambien para llenar lo detrás de los espolones.

Agotamientos.

291 El rompimiento de las zanjas de los cimientos empezará por abaxo, quando esto proporcione mayor facilidad para agotar el agua, y allí se plantarán los ingenios y andamios firmes en suficiente cantidad para hacer en menos tiempo los agotamientos. Se mirará si, para mayor economía, podrán andar los ingenios hidráulicos con el impulso del agua.

Ci-

Cimiento.

292 Abiertas las zanjas de los cimientos y allanadas á un nivel, 3 pies 6 pulg. mas abaxo de la altura señalada para el suelo del canal inferior, y 7 pies por lo menos para las del cimiento de la cámara del pico inferior y de las paredes de los extremos de los espolones del mismo lado, y sacada el agua en todo el cimiento ó parte suya, conforme mejor acomode; se echarán desde luego dos carreras de gruesos sillarejos, en todo de 14 pulg. de alto, los que sienten mejor, y muy esquadrados á fin de que se junten quanto cabe unos con otros. La primer carrera se asentará á hueso, tomando y apretando sus juntas con moho y calzos de piedra metidos en el moho; la segunda carrera se asentará bañada con buena mezcla de cal y arena.

Esta mamposteria se proseguirá paralelamente hasta 2 pies 4 pulg. cerca del arco trastornado de la cámara, y de la parte superior de las demás partes, cuya superficie exterior irá guiada á un nivel.

Despues se echará en lo que coja un pie de altura media otra mamposteria de trozos de piedra dura quebrantada con mazo, del tamaño de un huevo, con buena mezcla de cal y teja molida, hasta 12 pies 3 pulg. de cada lado del medio de la inclusa.

Cámara.

293 El piso de la cámara será un arco de circulo trastornado, conforme diximos antes, con la mira de precaver que el agua con su empujo se le introduzca por debaxo; tendrá de largo 35 varas de largo, y 18 pies 8 pulg. de ancho por abaxo. La obra se empezará echando en los extremos de la cámara siete cadenas y dos medias cadenas, espaciadas 13 pies 1 pulg. 6 lin. de medio á medio. Los sillares de estas cadenas se asentarán en corte, y tendrán alternadamente 18 pulg. 8 lin. y 28 pulg. de largo en su paramento, 14 pulga-

gadas de ancho, y 11 pulg. 8 lin. y 16 pulg. 4 lin. alternadamenre de corte. Al asentador se le dará, para su gobierno, una cercha ó plantilla ensamblada de madera. Los extremos de las cadenas ó arcos trastornados estribarán en corte en una hilada corriente de sillería de 17 pulg. 6 lin. de alto por 21 de ancho; la qual hará oficios de almohadon trastornado, y tendrá su cara superior 3 pulg. 6 lin. mas alta que los arranques del arco.

Lo de entremedias de las cadenas se macizará de ladrillo hasta la altura media de 16 pulg. 4 lin. cuya albañilería se hará con mezcla de cal y teja molida sobre la mampostería de piedra quebrantada con mazo, de la qual se habló antes. Los ladrillos se asentarán alternadamente en corte y de plano, en trabazon unos con otros y con la mampostería que los recibe. En la última hilada de encima, los ladrillos se pondrán de canto y en corte trastornado, alineándolos con cada hilada correspondiente de los arcos, así en su corte como en su cabeza, á fin de que la cámara guarde puntualmente la forma del arco en toda su extension.

La hilada corriente que sirve de almohadon trastornado, no se echará en derecho del ladrillo sino despues de asentado este.

Encima de los salmeres trastornados se echará una hilada corriente de 17 pulg. 6 lin. de alto, de mayores y menores, que los unos tendrán 2 pies 11 pulg. y 3 pies 6 pulg. de largo por 14 pulg. de lecho, y los otros 14 pulg. á 17 pulg. 6 lin. de cabeza por 17 pulg. 6 lin. á 18 pulg. 8 lin. de cola. Cuya hilada formará una zarpa de 2 pulg. 4 lin. con el paramento de los espolones. Sobre ella se levantarán en cada lado cadenas de sillería correspondientes á los sillares de los arcos trastornados; cuyas cadenas tendrán 14 pulg. de alto alternadamente, 18 pulg. 8 lin. á 24 pulg. de ancho, por 14 pulg. y 17 pulg. 6 lin. de lecho y cola, y se levantarán con escarpa de 7 lineas por 14 pulg.

Lo restante del paramento de los espolones se hará de ladrillo cuyas hiladas enrasarán con los sillares de las cade-

nas

nas y por la misma escarpa. Esta albañilería tendrá alternadamente 9 pulg. 4 lin. y 14 pulg. de grueso detrás de su paramento, y los ladrillos se asentarán en buena trabazon en la mitad de todo su largo, con mezcla de cal y teja molida, del mismo modo que los sillares de los arcos y de las cadenas.

A medida que se levanten las cadenas y la obra de albañilería, se echará detrás una mampostería de pedernales duros quebrantados con mazo y mezcla de cal y teja, cuya mampostería tendrá por abaxo 14 pulg. de grueso, y 9 pulg. 4 lin. por arriba, medidas desde la cara trasera de los sillares de las cadenas, y de los ladrillos.

Lo demás del grueso de los espolones y contrafuertes, se hará de sillarejo con mezcla de cal y arena, arrasándolo tambien encima de cada sillar correspondiente de la hilada del pie de los espolones y de cada sillar de las cadenas, en buena trabazon alternadamente de algunas pulgadas con la mampostería de piedra quebrantada de que antes se habló.

Los espolones de la cámara se rematarán con una hilada corriente de sillería, alta 14 pulg., formando tableta por la cara de arriba, de 2 pies 11 pulg. de ancho paralelo. El paramento de esta corona seguirá la escarpa de las paredes que la reciban, y se le redondeará la esquina mas alta del mismo lado; sus sillares tendrán 4 pies 8 pulg. y 7 pies de largo por lo menos y se traslaparán unos con otros á inglete de 21 pulg. de ancho y 2 pulg. 4 lin. de vuelo; y á esquadra cada uno de 7 pulg. asentados sobre mezcla de cal y teja sin calzos tomadas sus juntas con la misma mezcla.

La demás fábrica de los espolones y estribos llegará hasta debaxo de la tableta mencionada poco ha, con declivio de 2 pulg. 4 lin. por 14 pulg. del lado de las tierras; se la cubrirá con una capa de piedra quebrantada con mazo y mezcla de cal y teja de 3 pulg. 6 lin. de grueso, sobre la qual se echará una tongada de la misma mezcla de 7 lin.

apretándola muy bien en todas las direcciones con el canto de una paleta de madera, para cerrar las grietas á medida que aparezcan, y hasta que la mezcla esté negra y seca.

Parte alta de la inclusa.

294 Para echar los cimientos de la parte alta de la inclusa se hincarán desde luego en los parages antes dichos dos filas atravesadas de tablestacas muy juntas, poniéndolas primero muy derechas y de grueso igual en todo su ancho; su largo de las tablestacas será 10 pies 6 pulg., su ancho 9 pulg. 4 lin. á 10 pulg. 6 lin.; su grueso 4 pulg. 8 lin. y se hincarán entre dos cepos llanos de 7 pulg. á 9 pulg. 4 lin. de grueso cada una, á fin de que se mantengan en una misma linea. Para que junten mejor se hincarán primero las tablestacas de quatro en quatro juntas, asegurándolas de dos en dos con pasadores en los cepos llanos, y la última con mas cuidado todavía que las demás. Se concluirán ó llenarán despues estas tramadas con las demás tablestacas, hincándolas succesiva é igualmente, y poniendo sumo cuidado en que estén quanto quepa en direccion vertical. Cada tablestaca llevará su azuche de hierro de 8 libras de peso con brazos y clavos.

Cada cepo llano será de dos y tres trozos de maderos, bien ensamblados unos con otros, con traslapos de 21 pulg. cada uno que han de estar en derecho del medio de los cepos llanos correspondientes. Mientras se hinquen las tablestacas, se sujetarán los cepos llanos con trozos de estacas quadradas de 4 pies 8 pulg. á 5 pies 10 pulg. de largo, por 7 pulg. de grüeso, hincados con este fin 7 pies lejos ünos de otros. Todo esto quedará enrasado á la altura donde se ha de sentar la fábrica de los cimientos.

Cada fila de tablestacas y cepos llanos se guarnecerá en los lados de fábrica de sillarejo y mezcla de cal y teja, que enrasará con ellas, y cogerá 21 pies de ancho y otro tanto de alto.

Se

Se hará despues un macizo de mampostería en toda la parte superior de la inclusa, que coja todo el grueso de las paredes á esquadra hasta 12 pies 6 pulg. 6 lin.

En el paramento de este macizo, del lado de la cámara, que forma la caida de la inclusa, se echará una hilada de silleria, cuya cara superior estará á la altura del arranque del arco de la cámara: sus sillares formarán alternadamente los mayores y menores de la media cadena que remata la cámara, y se levantarán en direccion vertical sobre el paramento de dicha pared, por manera que dichos sillares cogerán alternadamente dentro del macizo 17 pulg. 6 lin, y 23 pulg. 4 lin.

La hilada del pie de los espolones, que forma zócalo, se continuará inmediatamente sobre los sillares antecedentes, quitando la zarpa, con sillares de las mismas dimensiones que los de la hilada.

Encima de este medio arco, se levantará de cada lado una media cadena sobre el paramento del espolon, la qual dará vuelta á esquadra sobre el paramento del macizo antes expresado, y tendrá alternadamente 9 pulg. 4 lin. y 14 pulg. sobre cada uno de los paramentos: la media cadena se levantará por una escarpa de 7 pulgadas por 14 pulg. del lado de los espolones, y á plomo del otro lado.

En medio de este paramento se echará una cadena de hiladas correspondientes á las de los ángulos entrantes de que acabamos de hacer mencion: lo demás del paramento entremedias de estas cadenas se hará de ladrillo, de igual grueso y trabazon que en los espolones, hasta la altura de 7 pies 10 pulg. 6 lin.

En la parte superior del lado opuesto de este macizo, ácia lo alto del canal, se echarán dos hiladas corrientes, semejantes á las de la parte baxa de los espolones, prosiguiéndolas por debaxo de los muros correspondientes que se siguen á los espolones, y asentándolas en buena trabazon con la mampostería de atrás, todo ello, igualmente que el macizo, con mezcla de cal y arena.

Sobre estas dos hiladas entremedias de los espolones, se echará otra de 4 pies 8 pulg. de ancho paralela, y 17 pulg. 6 lin. de alto asentada en corte por un radio de 18 pies 8 pulg. de largo ; cuyos sillares tendrán 3 pies 6 pulg. de ancho del lado del centro, sirviendo su corte de impedir que los sillares del batiente, del qual vamos á hablar, hagan movimiento ácia atrás, adonde los empuja la reaccion del choque de las puertas picudas. La cara superior de esta hilada estará toda á un nivel á la altura señalada para el suelo del canal superior.

Otra hilada como esta se asentará, tambien en corte, pero en direccion opuesta, sobre la pared de caida de la inclusa, cuya hilada tendrá 28 pulg. de alto, y pasará de 10 pulg. 6 lin. la antecedente. Sus sillares tendrán 3 pies 6 pulg. de ancho del lado del centro, y la del medio, que hace oficios de clave, 4 pies 8 pulg. de largo de corte ; el corte de los demás se arreglará por el espacio que quedare hasta los sillares del batiente del qual vamos hablar. Esta hilada volará 4 pulg. 8 lin. fuera del paramento del macizo, sobre un pie 2 pulg. de alto, y se redondeará su arista superior.

Ambas hiladas, asentadas así en corte, estribarán cada una por su lado en sillarones, que harán oficios de salmeres.

Desde la cara trasera de la una de estas hiladas, asentadas en corte, á la de la otra, se echará encima del macizo de mampostería, con mezcla de cal y arena, otro de 14 pulg. de alto de piedra quebrantada con mazo y con mezcla de cal y teja.

El batiente y porcion de la parte de delante se harán con siete sillarones asentados igualmente en corte, dirigidos al mismo centro que los de la parte alta de la caida, y al mismo nivel hasta el batiente. Cuyos sillarones tendrán 28 pulg. de alto en derecho del batiente, reducidas á 17 pulg. 6 lin. delante del mismo batiente, y rematarán 2 pies 4 pulg. lejos de su vuelo de este paralelos á la caida de la

la inclusa. Entre estos sillarones, los que hubieren de recibir los largueros del carril, tendrán por lo menos 47 pies cúbicos; se escogerán los mas duros y mas sanos, y asentarán sobre otros sillarones de un pie 2 pulg. de alto; de suerte que los tejuelos, que han de recibir los largueros queden empotrados en medio de estos sillarones; estando todo aparejado con arreglo á la montea que se trazare. Lo de delante de los sillarones que formaren el pico, y de los que estuvieren asentados en corte á la parte del canal, se hará de ladrillo, y tendrá 11 pulg. 8 lin. de grueso reducido, y se asentarán los ladrillos sobre el macizo de piedra quebrantada con mezcla de cal y teja antes expresado, el qual tendrá allí 5 pulg. 10 lin. mas de alto. La cara superior se enrasará al nivel de los demas sillares de la cámara de las puertas picudas. En la parte alta de estos sillarones se labrarán los carriles, despues de trazarlos con la mayor precision. Todos estos sillarones de la parte alta de la inclusa se asentarán con mezcla de cal y teja, del mismo modo que las demas hiladas, arcos y cadenas de sillería: los sillares de los carriles se engraparán con los de su lado.

Lo restante de los espolones en la extension del macizo desde el cuenco hasta la esquina de las alas, se labrará por hiladas de sillería de 14 pulg. á 17 pulg. 6 lin. de alto, siguiendo los contornos de los huecos de las muescas con mayores y menores, de las mismas dimensiones que los de las hiladas corrientes de la parte baxa del cuenco, sujetándolas á los recodos de estas muescas ó cejas, por lo tocante á la firmeza y buena trabazon. Estas hiladas se prolongarán á esquadra sobre el paramento de las alas 9 pulg. 4 lin. á 14 pulgadas alternadamente, á manera de media cadena. Otra como esta se hará en cada lado de las demas esquinas de los respaldos con los que estuviesen á esquadra, dando á sus sillares de mayor y menor la misma altura que á los de las hiladas antecedentes.

Lo demas del paramento de estas paredes se hará de ladrillo, de igual grueso y travazon que los de las paredes de la cámara.

Lo demas de los espolones se hará de mampostería cubierta de tablas de sillería, como los del cuenco; pero se echarán sillarones detras de los carriles, donde embeber y sellar los tirantes cuyo oficio es asegurar por arriba los largueros de los carriles.

Las tabletas que cubrieren la fábrica quedarán reducidas á 2 pies 4 pulg. en los respaldos y las esquadras; y el extremo de estas últimas paredes se cubrirá con tres hiladas de justas debaxo de la tableta que rematará en la linea interior de la parte alta de los diques del canal. Todas las tabletas se unirán y afianzarán con grapas de hierro de 21 pulg. de largo, 21 lin. de ancho y $9\frac{1}{2}$ de grueso, si pareciese necesario.

Los tres pies mas de largo que cogen los respaldos mas allá de la tableta para arraigarlos mejor en el terreno, llegarán un pie 2 pulg. mas abaxo de la cara superior de la misma tableta, y se cubrirán con otra tanta tierra.

Todo lo demás del grueso de los espolones, paredes extremas y contrafuertes, se cubrirá con un empedrado de medios cubos, empotrados en una cama de arena á la misma altura, cuya cara superior ó piso enrasará con la misma de las tabletas. Pero se dexará el echar el empedrado y las tabletas en derecho de los carriles para despues de empotrados y sellados los tirantes que por arriba han de sujetar los largueros de las puertas picudas.

Parte baxa de la inclusa.

295 Aquí se guardarán las mismas dimensiones, y construccion que en la parte alta, teniendo presentes las excepciones que vamos á especificar.

Los cimientos de esta parte se echarán, conforme queda dicho, 3 pies 6 pulg. por lo menos mas abaxo que los de la cámara; se plantarán tambien dos filas dobles atravesadas de tablestacas, cada una de 4 pies 8 pulg. de grueso, á

á juntas traslapadas, entre cepos llanos, por ser aquí mayor la altura de agua que se ha de sostener: todo ello colocado en los parages correspondientes y por la misma edificacion que las filas de tablestacas sencillas de la parte alta.

Los sillares de la media cadena se proseguirán en corte sobre 4 pies 6 pulg. de largo paralelamente por un radio de 18 pies 8 pulg.

El macizo de fábrica que compone el cimiento se prolongará á esquadra en el canal hasta la linea del paramento exterior de las esquadras: se rematarán con tres hiladas del mismo modo que las esquadras de la parte alta, asentando en corte la última entre los extremos de las alas, á la altura de la cara superior del batiente, la misma que la del suelo del trámite inferior y sobre un radio de 35 pies. Estos sillares tendrán 3 pies 6 pulg. de ancho paralelo ó de corte, 17 pulg. 6 lin. de alto y 2 pies 4 pulg. de grueso del lado del trámite. El intervalo entre la parte trasera de esta hilada y la de los sillarones del batiente, se cumplirá con losas, tambien de 17 pulg. 6 lin. de grueso, asentadas á juntas encontradas, y de 9 pies 4 pulg. á 11 pies 8 pulg. cúbicas cada una. Toda la obra de sillería se hará con mezcla de cal y teja.

En los paramentos de las esquadras y de las alas, siguiendo la linea que se trazare para el glacis de las tierras contiguas á dicha pared, se echará una media cadena de sillería en cada lado, cuyos sillarones serán correspondientes á los de las otras cadenas de la misma pared, y formarán dientes á esquadra con la escarpa para hacer trabazon con la pared de piedra seca que se echará á continuacion de la cadena. Cuyas piedras cogerán de largo en el paramento de las paredes alternadamente 21 pulg. y 28 pulg, y los dientes 10 pulg. 6 lin. y 17 pulg. 6 lin.

La parte del paramento entremedias de esta media cadena rapante y la que la precediere, se hará de ladrillo lo mismo que antes. Concluida que esté la obra de fábrica se acicalarán cuidadosamente todos los paramentos de los

espolones, alas y esquadras, con mezcla de cal y teja, frotándolos y encerándolos bien hasta ponerse la mezcla seca y negra.

Para sostener por abaxo la tierra del glacis que subira desde encima de los diques del canal hasta el terraplen de la inclusa, se echarán paredes de piedra seca de 28 pulg. de grueso por abaxo y 21 pulg. por arriba. Como estos glacis, con el mismo ancho de 17 pies 6 pulg. serán mas altos que los del canal, formarán una superficie gaucha, porque estarán pinos en la parte de arriba.

A continuacion de la hilada asentada en corte, se harán dos contrapisos, el uno en la parte alta, el otro en la baxa, con el fin de asegurar el terreno natural de las socavaciones que el curso precipitado y el impulso del agua al caer podrian ocasionar á la entrada del agua en la inclusa, y á su salida. El primero de estos contrapisos cogerá 14 pies de largo no mas, y el segundo 70 pies, ambos en un ande 35 pies, que es el del suelo. Este canal se abrirá hasta debaxo de los cepos llanos exteriores, por manera que se pueda echar una tongada de arcilla de 14 pulg. de grueso, sobre la qual se echará una cama de faginas ó salchichones apretándolas contra las tablestacas, y manteniendolos sujetos los cepos llanos. Estas faginas tendrán 15 pies 9 pulg. de largo; se asentarán traslapados sus extremos ó colas 21 pulg. por lo menos en la direccion del filon del agua, y dispuestas de modo que las que estén ácia el extremo del contrapiso inferior vayan asolapadas de las que las precedan, y así succesivamente hasta junto al piso, donde su extremo estará bastante asegurado debaxo del cepo llano: se asegurarán sobre el terreno con piquetes de 28 á 35 pulg. de largo. Estas faginas ó salchichones que juntos formarán una cama de 9 pulg. 4 lin. á 11 pulg. 8 lin. de grueso, serán llanos, y tendrán de 35 á 42 pulg. de ambito: se fortificarán con quatro palos gruesos hendidos de 9 pulg. y 9 lineas de diametro, tan largos como los salchichones, espaciados con igualdad, todo muy liado con seis aros puestos á distancias iguales. Las fe-

faginas ó salchichones se harán de toda especie de ramas de madera verde de cinco á seis años de corte. A cuyo fin cada año se hará la provision que se contemplare necesaria, güardándola al cubierto, porque no se seque, de donde se irán sacando á medida que se hayan de gastar.

Encima de esta cama de faginas se formará un encañizado con casillas de 4 pies 8 pulg.; los piquetes con que se hiciere tendrán 4 pies 8 pulg. á 5 pies 10 pulg. de largo, y 2 pulg. 11 lineas á 3 pulg. 6 lin. de diámetro en la cabeza: se hincarán espaciados 9 pulg. 4 lin. á 11 pulg. 8 lin. de medio á medio, á fin de admitir el encañizado, el qual se apretará y asegurará á trechos con aros. La cara superior de este enfaginado enrasará con la cara superior de los pisos: de modo que se pueda echar en las casillas un empedrado muy firme de piedras cúbicas, y con el fin de apretarse y asegurarle todavía mejor, los huecos que acaso ocasionare la irregularidad del empedrado, se guarnecerán con piquetes de 17 pulg. 6 lin. á 21 pulg. de largo, hincándolos hasta la linea del mismo empedrado; finalmente, todo se cubrirá con una cama de grava de 2 pulgadas 4 lin. de grueso pasada por cañizo.

Para concluir estos sobrepisos se hincará atravesada al canal y 2 pies 4 pulg. cerca del extremo del enfaginado una linea de 6 pilotes espaciados 7 pies unos de otros, y aserrados al nivel de los pisos, para recibir un travesaño de 7 pulg. á 9 pulg. 4 lineas de esquadría, puesto de canto, cuyo destino será apretar y sujetar el extremo de los enfaginados, y enrasar con la cara superior del empedrado. Los travesaños se asegurarán en los pilotes con pasadores de cinco quartos de libra, inclusas las rodajas y clavetas.

Al pie de las paredes de piedra seca de la orilla del canal se echará, para asegurarle, al otro lado del sobrepiso del enfaginado, una fila de pilotes espaciados tanto de lleno como vacío, los quales tendrán 7 pies de largo por 7 pulg. á 8 pulg. 2 lineas de grueso en la cabeza: por la parte de afuera se sujetarán con travesaños de 7 pulg. á 8 pul-

pulg. 2 lin. de grueso, cuyos extremos del lado del sobrepiso se ensamblarán firmemente con el travesaño que remata el sobrepiso: del lado de los travesaños se aplanarán los pilotes, y se enlazarán con ellos por medio de pasadores 14 pulg. cerca de su cabeza: á la distancia de 7 pies detrás de esta fila de pilotes se hincará otra cuyos pilotes se espaciarán como los de la primera, y tendrán igual largo y grueso; sujetando y asegurando las dos con dobles travesaños que harán oficios de tirantes. Estos tendrán 10 pies 6 pulg. de largo por 7 pulg. de grueso, y se asegurarán por medio de pasadores asi con el pilote de atrás, como con el correspondiente de la primera fila.

Lo detrás de la primera fila se guarnecerá con sillarejos de cuerpo suficiente para que no puedan pasar por entre los pilotes, hasta 2 pies 2 pulg. de altura y otro tanto de grueso.

La paredes de piedra seca serán de sillarejos, asentados á juntas encontradas y perpendiculares al glacis de las tierras, el qual primero se pondrá muy igual, y afirmarán con cuidado sus tierras ó arenas, guardando los sillarejos de mayor cuerpo y mejor asiento para tirar cadenas de 7 en 7 pies. Los sillarejos de la última carrera se asentarán de canto, en un ancho de 21 pulg. paralelo á la altura de la cumbre de las rampas. Las mismas prevenciones se aplican á las demas paredes de piedra seca que se levanten á continuacion de las inclusas; las quales se harán mas cortas, siempre que las tierras tengan suficiente consistencia.

Puertas picudas.

Puerta alta.

296 Esta puerta será de dos hojas de 11 pies 1 pulg. de ancho cada una, y 7 pies 7 pulg. de alto en su lleno para sostener las aguas del canal mas arriba de la caida.

Ca-

Cada larguero de carril de ambas hojas tendrá 12 pies 3 pulg. de largo, inclusa la parte metida en el tejuelo macho, y las espigas que han de recibir las palancas. Cada larguero de pico tendrá 14 pies de largo, por manera que pase bastante la fábrica para poder manejar con desahogo las palancas que en ellos se ensamblarán. Los quatro largueros tendrán 11 pulg. 8 lineas por 14 pulg. de esquadría: los dos travesaños de cabeza y los de pie tendrán igual esquadría, por 9 pies 4 pulg. de largo cada uno: los dos travesaños de entremedias tendrán 9 pies 4 pulg. de largo cada uno, por 9 pulg. 4 lin. y 10 pulg. 6 lin. de grueso. Todos estos maderos se enlazarán y asegurarán en cada hoja por medio de dos tornapuntas, puestas cada una en la direccion de la diagonal, y metidos sus extremos en el larguero carril y el picudo y los dos travesaños de cabeza y de pie, cogiendo á manera de cepo los travesaños de entremedias. Las quatro tornapuntas tendrán 9 pulg. 4 lin. y 10 pulg. 6 lin. de esquadría cada una, y entre todas 32 pies 8 pulg. de largo.

La tornapunta enlazada con los largueros picudos y los travesaños de pie, irá tambien apeado de un virotillo de 2 pies 7 pulg. 6 lin. de largo por 7 pulg. á 10 pulg. 6 lin. de esquadría, ensamblado á espiga con el travesaño, y metido su extremo en la tornapunta, para servir de corredera á los dos virotillos de cada una de las ventanillas. Cada uno de estos tendrá 24 pulg. 6 lin. de largo por 10 pulg. 6 lin. á 14 pulg. de grueso, y los recibirá un travesaño de 3 pies 2 pulg. 6 lin. de largo por 7 pulg. á 8 pulg. 2 lin. de grueso.

Esta robusta armazon la cerrarán dos palancas ensambladas á caxa y espiga en cada larguero de carril, y metido su extremo en cada larguero de pico. Cada palanca tendrá 23 pies 4 pulg. de largo por 14 y 15 pulg. 2 lin. de esquadría reducida; y al ensamblarlas se pondrá cuidado en que su extremo mas grueso esté del lado por donde se han de coger para la maniobra de abrir y cerrar las puertas.

Des-

Despues de acabada cada hoja, se guarnecerá toda su cara del lado del trámite, de tablones de 3 pulg. 6 lin. de grueso muy juntos, é inclinados del mismo modo que las tornapuntas. Las ventanillas llevarán tambien su guarnicion, pero de solas 28 lin. de grueso.

Puerta baxa.

297 Cada hoja de esta puerta tendrá 11 pies 1 pulg. de ancho, por 19 pies 3 pulg. de alto, medidos desde la linea de la cara baxa del travesaño de pie, hasta la misma linea del travesaño de cabeza.

Ambas hojas se compondrán de un larguero de carril de 23 pies 11 pulg. de largo por 14 pulg. y 16 pulg. 4 lin. de esquadría; de un larguero escaseado de 25 pies 8 pulg. de largo y 14 pulg. de grueso; de un travesaño de pie y un travesaño de cabeza de 9 pies 4 pulg. de largo cada uno por 11 pulg. 8 lin. á 14 pulg. de esquadría; de un travesaño intermedio del mismo largo y 14 pulg. de grueso; de un travesaño intermedio inferior, largo 9 pies 4 pulg. por 10 pulg. 6 lin. á 10 pulg. 6 lin. de esquadría; de un travesaño intermedio superior del mismo largo, y 9 pulg. 4 lin. y 10 pulg. 6 lin. de esquadría; de dos tornapuntas en la parte baxa, largas entre las dos 28 pies 8 pulg. y de 7 pulg. á 8 pulg. 2 lin. de esquadría; de otras dos en la parte alta, largas entre las dos 8 pies 2 pulg. y 9 pulg. 4 lin. á 10 pulg. 6 lin. de grueso; de un virotillo que hace oficios de corredera, largo 9 pies 4 pulg. por 7 pulg. y 10 pulg. 6 lin. de esquadria; de otros dos virotillos semejantes para las ventanillas, largos 9 pies 4 pulg. por 10 pulg. 6 lin. y 14 pulg. de grueso; de un travesaño al pie de la corredera, largo 3 pies 2 pulg. 6 lin. por 7 pulg. y 8 pulg. 2 lin. de grueso; de una palanca de 49 pies 2 pulg. de largo por 14 pulg. y 16 pulg. 4 lineas de esquadría, todo ello ensamblado á caxa y espiga, y del mismo modo que dexamos dicho respecto de la puerta alta. La escopleadura que se hiciere en la palan-

lanca será ancha 3 pulg. 6 lin. y alta 7 pulg.

Ensamblada que esté esta armazon segun arte y con arreglo á las dimensiones señaladas, se la revestirá con una guarnicion de 3 pulg. 6 lin. de grueso, dispuesta paralelamente y por la misma inclinacion de las tornapuntas, á fin de que se procure por todos medios la mayor solidez de las hojas, estribando quanto se pueda; en los largueros de carril.

La guarnicion de las ventanillas solo tendrá 2 pulg. 4 lin. de grueso, y se asentará atravesada en sus pies derechos.

Esta guarnicion se empotrará hasta enrasar con las piezas del bastidor, y asegurará en los travesaños y largueros con clavijas de madera largas y gruesas lo necesario. No se gastará clavo alguno, porque durán muy poco dentro del agua, de donde se originarían muy en breve vias y desperdicios de agua muy considerables.

Al asentar las hojas, se las abrirá y cerrará consecutivamente mucho tiempo, á fin de que el larguero de carril se amolde digamos asi puntualmente con el carril, y quede la menos holgura posible entre la madera y la piedra. Tampoco se acabará el chaflan de los largueros escaseados, hasta despues de puestas las puertas, el qual con todo acuerdo no conviene cortar sino poco á poco y á medida que las hojas se acercaren á los batientes, á fin de que quando lleguen á juntarse no quede entre ellas hueco alguno por donde pueda perderse agua. Con cuya mira, así que las hojas estén para llegar al vertice del pico, se les dará un corte de sierra de arriba abaxo, el qual se concluirá y arreglará despues con el cepillo.

El hierro necesario para el juego y firmeza de estas puertas serán, para la de arriba, ocho estribos, de 70 pies de largo entre todos, 3 pulg. 6 lin. de ancho y $4\frac{1}{2}$ lin. de grueso; dos exes en medio de los largueros de carril en lugar de argollas que se gastan comunmente, los quales entre todos tendrán 11 pies 8 lin. de largo por 21 lineas de diáme-

metro; dos tirantes de dos ramales, para sujetar los exes y su argolla, de 37 pies 4 pulg. de largo entre todos, 2 pulg. 4 lin. de ancho y 1 pulg. 4 lin. de grueso; dos barras dentadas de 31 pies 6 lin. de largo entre las dos, 2 pulg. 4 lineas de ancho y 1 pnlg. 4 lin. de grueso.

El hierro de la puerta baxa consirtirá en doce estribos de 122 pies 6 pulg. de largo entre todos, 3 pulg. 6 lin. de ancho y $4\frac{1}{2}$ lin. de grueso; dos exes de 5 pies 10 pulg. de largo cada uno, por 21 lin. de diámetro; dos tirantes de dos ramales para sujetar los exes, de 42 pies de largo entre los dos, 2 pulg. 4 lin, de ancho y 9 lin. de grueso, y dos barras dentadas de 50 pies 2 pulg. de largo entre las dos, 2 pulg. 4 lin. de ancho y 9 lineas de grueso.

La cabeza de cada larguero de carril llevará una argolla muy ajustada, por recelo de que con la fuerza que hagan los largueros al abrirse y cerrarse las puertas, ya para superar el rozamiento, ya por causa de la resistencia que las hojas habrán de aguantar, se rompan ó se rajen los largueros.

Los tejuelos machos y hembras necesarios para el juego de los quatro largueros de carril, serán de cobre colado, pero mezclado con once dozavos de rosèta de Suecia y un dozavo de estaño fino de Inglaterra.

Despues de echado el forro de las puertas, se abrirán las costuras, y se calafatearán con estopa, y recorridas que estén con cuidado, se embrearán sin dilacion, á fin de que ninguna humedad se introduzca en la estopa; por cuyo motivo se hará el calfateo en tiempo muy seco. Así que el forro esté preparado como acabamos de decir, se echará en todas sus caras aparentes, del mismo modo que á los maderos corpulentos, una capa de betun compuesto de polvos finos de ocra colorada, y alquitrán, en el qual, para darle mas consistencia y fuerza con que resista los calores y los ardores del sol, se derretirá una sexta parte de azufre. El betun se dará hirviendo, pero primero se secará y calentará la madera con haces de paja, á fin de que la cale mejor el betun.

Acia

Acia la cabeza de las hojas se clavarán doce palomillas de hierro á manera de canecillos, de 17 lineas de grueso, en las quales se asegurarán quatro tablones de 12 pies 3 pulg. de largo cada uno, por 17 pulg. 6 lin. de ancho y 2 pulg. 4 lin. de grueso, que servirán de puente al inclusero.

Puente á continuacion de la inclusa.

298 Concluida la edificacion de la inclusa, supondremos, por no omitir obra alguna de las que se le pueden agregar, que á continuacion de su puerta baxa se ha de plantar una puente de 18 pies 8 pulg. de largo y 21 pies de ancho. Para cuyo fin prolongaremos los espolones de la inclusa 52 pies 6 pulg. mas allá de los carriles; es á saber 18 pies 11 pulg. 6 lin. de dicho ancho por 8 pies 8 pulg. de grueso, y 33 pies 6 pulg. 6 lin. por 11 pies 8 pulg. de grueso.

La cabeza de la puente se continuará del lado de abaxo, 8 pies 2 pulg. mas allá del paramento de cada estribo, y en el remate de dicha cabeza se levantarán dos paredes, prolongando los estribos de 11 pies 8 pulg. de largo por 7 pies de grueso, y en el remate de estas, otras á esquadra de 14 pies de largo cada una, contados desde el paramento trasero de las primeras. El grueso de estas esquadras será de 14 pies en su union con las prolongadas, y 4 pies 8 pulg. en su remate.

En los extremos de las paredes de prolongacion y de las paredes de esquadra se formarán pilastras de 4 pies 4 pulg. 6 lin. de ancho en cada cara, que volarán 10 pulg. 6 lin. del paramento de las mismas paredes.

A la distancia de 12 pies 6 pulg. 6 lin. de la cabeza de la puente del lado de la inclusa, se levantarán otras dos paredes á esquadra de 17 pies 6 lin. de largo, contados desda paramento trasero de los estribos, y 4 pies 1 pulg. de grueso.

La

La prolongacion de los espolones, igualmente que los estribos se levantarán sobre un macizo, á manera de piso, que habrá entre ellos, de 3 pies 6 pulg. de alto, el qual rematará en una cadena, á modo de platabanda de 2 pies 11 pulg. de ancho, aparejados sus sillares en corte dirigido al centro de un arco de 18 pies 8 lin. de radio, señalado en medio y debaxo del piso. El cimiento de cuya cadena llegará 3 pies 6 pulg. mas abaxo que lo demas del cimiento, arrasando la cara superior del macizo al nivel de la altura señalada para el suelo del canal.

Las prolongaciones de los espolones, las esquadras contiguas, altas y baxas, y sus pilastras se fundarán como los antecedentes, 3 pies 6 pulg. debaxo del suelo del canal, y sus cimientos tendrán una zarpa de 3 pulg. 6 lin. al rededor de las paredes y estribos.

Los estribos tendrán 16 pies 6 lin. de alto hasta los arranques de la bóveda, la qual será una porcion de arco de círculo de 18 pies 8 pulg. de radio, de 2 pies 7 pulg. 6 lin. de sagita, y 2 pies 4 pulg. de grueso en la clave; por manera que la altura total de la puente, desde el suelo del piso hasta el plinto será de 21 pies.

La convexîdad del arco se arrasará con un declivio de 4 pulg. 8 lin. por 7 pies de cada lado del medio de la puente; por cuyo declivio se determinará la altura de la prolongacion de los espolones y de las esquadras contiguas. Las primeras, que desde un extremo á otro correrán á un nivel, serán altas 20 pies 4 lin. y sus esquadras, que correrán por el declivio antes expresado, 19 pies 7 pulg. 2 lin. todo ello medido desde la cara superior de los cimientos.

Las prolongaciones de los espolones tendrán 19 pies 3 pulg. de alto mas arriba del piso.

Ademas de la cadena del piso que forma platabanda de la qual se habló poco ha, se echarán otras quatro en el paramento de los estribos, de las quales dos estarán á plomo de la cabeza alta, y las otras dos en medio de lo que coja de largo la bóveda, donde se echará otra en de-

derecho de las antecedentes. Las del piso se distribuirán de modo que la una esté á plomo de la cabeza de la puente, y la otra corresponda á las cadenas del medio de los estribos.

Las cadenas del piso tendrán 21 y 35 pulg. de paramento; las del medio de los estribos 21 y 28; las perpendiculares á las cabezas 42; todas estarán asentadas alternadamente en buena travazon para dexar dientes de 7 y 14 pulg. en las prolongaciones de los espolones, todo ello por 14 y 21 pulg. de lecho. La cadena de la bóveda tendrá 21 y 28 pulg. de linea, por 18 pulg. 8 lín. y 23 pies 4 pulg. de corte.

Al pie de los espolones y estribos se echará una hilada en diminucion de 17 pulg. 6 lin. de alto, hasta 21 pulg. mas allá de las primeras pilastras de las paredes esquadra del lado del trámite, cuya hilada se labrará de mayor y menor de 18 pulg. 8 lin. y 23 pulg. 4 lin. de lecho.

En las prolongaciones de los espolones se echarán otras dos cadenas de sillería de 2 pies 11 pulg. de ancho medio ó reducido cada una, de las quales el medio estará 10 pies 4 pulg. 3 lineas lejos de la cabeza alta. Estas cadenas se asentarán alternadamente en trabazon, y tendrán, como las de antes, 18 pulg. 8 lin. y 23 pulg. 4 lin. de lecho. Se harán en ellas muescas de 14 pulg. de ancho y otro tanto de hondo para recibir los maderos de una ataguía que convendrá plantar siempre que se haya de reparar la inclusa. Estas paredes rematarán en una hilada de sillares traslapados de 16 pulg. 4 lin. de alto por 2 pies 4 pulg. de ancho.

Las cepas del lado del trámite y las cabezas del arco serán igualmente de sillares de 28 y 35 pulg. de lecho, que harán paramento en lo interior de la bóveda. El mismo aparejo seguirá en las cepas hasta 3 pies 6 pulg. lexos de la linea de los estribos; lo demas, hasta la prolongacion de los espolones se hará de sillares de mayor y menor de 14 y 21 pulg. de largo. Cada hilada de estas paredes se prolongará para dexar dientes de 4 pulg. 8 lin. y 9 pulg. 4 lin. alternadamente. Las dovelas de las cabezas serán to-

das de un solo sillaron para el mejor asiento de la hilada del plinto que han de recibir; se echarán algo mas largos de lo que pida el declivio señalado del piso de la puente para retallarlos con arreglo al mismo declivio, despues que la bóveda hubiese hecho todo su asiento.

Las pilastras que estarán al fin de las prolongaciones de los espolones y principio de las esquadras contiguas, se harán de sillares y de 2 pies 4 pulg. de grueso medio; y se repartirán por hiladas arregladas, con dientes de 4 pulg. 8 lin. y 9 pulg. 4 lin. de largo que entrarán en cada una de estas paredes.

En cada hilada de dichas pilastras se harán rehundidos de 2 pulg. 4 lin. de alto y otro tanto de hondo, redondeando sus esquinas para que formen almohadillados.

Despues de arrasadas las cabezas de la puente y de las paredes compañeras por el declivio antes dicho, se asentará la hilada del plinto de 17 pulg. 6 lin. de alto por 35 de lecho, con un vuelo de 3 pulg. 6 lin. fuera de la linea su paramento, y últimamente se la perfilará con arreglo al dibuxo. Del lado de la inclusa rematará esta hilada en la esquina de la prolongacion de los espolones, donde empezará á correr el zócalo de que se habló antes. Esta hilada tendrá 26 pulg. 10 lin. de alto paralelo en las prolongaciones de los estribos, y 22 pulg. 2 lin. reducidas en sus esquadras, por 28 pulg. de grueso.

Cada pilastra rematará en un dado ó zócalo de sillería de 3 pies 9 pulg. 6 lin. de largo lo mismo de ancho, y 3 pies 9 pulg. 6 lin. de alto incluso el lomo de encima; cuyos dados formarán diente en el parapeto.

Los parapetos tendrán 3 pies 6 pulg., de los quales 2 pies 4 pulg. serán de ladrillo por 18 pulg. 8 lin. de grueso; lo restante será de sillería á manera de tableta de 14 pulg. de alto por 21 de ancho, para que vuele 14 lin. de cada lado.

El paramento de las paredes, y estribos entremedias de la fábrica de sillería será de ladrillo con 14 pulg. de grueso; de lo mismo será lo de entremedias de las cadenas del piso, con

igual grueso de 14 pulg. La bóveda en lo de entremedias de las cabezas y de las cadenas, será, tambien de ladrillo con un grueso medio de 2 pies 4 pulg. todo con mezcla de cal y teja.

Todo lo demas de la fábrica de la puente será de sillarejo con mezcla de cal y arena.

Sobre la puente se plantarán 16 hitos ó guardaruedas; es á saber, 8 en las esquinas de los zócalos en el remate de las paredes de esquadra, y 4 en los remates de los parapetos de la puente. Todos estos doce hitos serán circulares, con muesca por un lado ajustada á la esquina de la esquadra de cada zócalo de los parapetos: tendrán 21 pulg. mas arriba de la culata, y 21 pulg. de hinca, por 17 pulg. 6 lin. de diámetro en su pie, y 12 pulg. 10 lin. en la cabeza. Se plantarán otros quatro hitos de pie semielíptico y cabeza semicircular, espaciados del mismo modo que los de antes en cada lado de los parapetos del puente, entremedias de los de las esquinas: tendrán igual altura que ellos, por 17 pulg. 6 lin. de ancho de culata, y 10 pulg. 6 lin. de cabeza. Todos estos hitos se sellarán con mampostería de sillarejo y mezcla de cal y arena, 7 lineas apartados de los zócalos y parapetos.

La cimbra del arco será de quatro cuchillos espaciados 6 pies 8 pulg. 6 lin. de medio á medio, y cada cuchillo se compondrá de dos pares, de 21 pies de largo entre los dos por 10 pulg. 6 lin. á 11 pulg. 8 lin. de grueso; de dos almas de igual largo por 10 pulg. 6 lin. á 11 pulg. 8 lin.; de una doble puente, haciendo oficio de cepo colgado de 3 pies 6 pulg. de largo por 10 pulg. 6 lin. á 11 pulg. 8 lin.; de dos curvas asentadas sobre los pares, de 18 pies 8 pulg. de largo entre las dos por 8 pulg. 2 lin. á 10 pulg. 6 lin.; y de dos pies derechos metidos entre los estribos, para recibir las almas de 5 pies 3 pulg. de largo cada una, por 10 pulg. 6 lin. á 11 pulg. 8 lin.

Los cuchillos se asentarán sobre dos carreras de soleras de 21 pies de largo cada carrera por 5 pulg. 10 lin. á 11 pulg.

8 lin. en las quales se ensamblarán los largueros, y se cubrirán con dos carreras de sombreros de igual largo que las soleras por 10 pulg. 6 lin. á 11 pulg. 8 lin. donde estribarán los pares. Los cuchillos se asegurarán con dos carreras de travesaños, que entre las dos tendrán 21 pies de largo por 9 pulg. 4 lin. á 10 pulg. 6 lin. de grueso.

El cepo colgado de cada cuchillo se asegurará con dos pasadores atornillados, cada uno de 2 pies 4 pulg. de largo por 14 lineas de grueso, apretados con tuerca.

La curva ó convexîdad de los cuchillos se cubrirá con 25 carreras de tablitas, que cada uno cogerá el largo de la bóveda por 7 pulg. á 9 pulg. 4 lin. de grueso. Se asentarán muy juntas sobre calzos de roble, y por encima se les dará la curva de la bóveda.

Al tiempo de levantar los estribos se dexarán 8 canes de piedra en su paramento para recibir las soleras y los pies derechos de las cimbras: cada canecillo se compondrá de dos hiladas; entre los dos cogerán 1 pie 9 pulg. de alto reducidos por 1 pie 2 pulg. de vuelo y otro tanto de grueso. Estos canes se cortarán hasta la linea del paramento de los estribos despues de quitadas las cimbras.

Para que sea mas facil el descimbramiento, al tiempo de labrar las cimbras se harán en medio del ancho de cada puente y en derecho de la junta de los pares con los pies derechos, muescas de 7 pulg. de ancho por 14 pulg. de alto, donde se meterán dobles cuñas cruzadas de roble muy seco, en las quales estribarán los extremos de los pares y pies derechos. Las cuñas tendrán por lo menos 30 pulg. 4 lin. de largo por 4 pulg. 8 lin. de grueso en la cabeza y 2 pulg. 4 lin. en la punta, la qual estará armada de hierro, antes de meterlas en las muescas, se las dará de jabon para facilitar que sea mas fácil quitarlas.

Así que se tenga seguridad de haber tomado las mezclas bastante consistencia de modo que empiece á fraguar, se descimbrará el arco muy despacio y en diferentes veces muchos dias de seguida. Se empezará esta maniobra por quitar

juntas todas las cuñas mentadas poco ha, procurando cuidadosamente sacarlas con corta diferencia igualmente cada dia.

La cara superior de la puente, y todo lo de entremedias de los parapetos de las paredes compañeras, y tambien el intervalo entre la hilada del zócalo, y la de traslapo de las prolongaciones de los espolones, se empedrará con dados de piedra en cama de arena seca de unas 10 pulg. 6 lin. de grueso.

Quando se hubiese de construir una puente como esta á continuacion de una inclusa de 14 pies de caida, las prolongaciones de los espolones tendrán 21 pies 7 pulg. de altura mas arriba de los cimientos; la bóveda tendrá sus arranques 17 pies 7 pulg. 2 lin. mas arriba del piso; su montea será de 2 pies 5 pulg. 6 lin., y su grueso en la clave de 2 pies 4 pulg. La superficie superior del arco se allanará con el mismo declivio de 4 pulg. 8 lin. por 7 pies de cada lado del medio de la puente, y la misma linea del declivio determinará igualmente la altura de las prolongaciones de los estribos, la qual será entonces de 21 pies 7 pulg. Estas paredes y sus esquadras de la parte alta y baxa, que tambien serán altas 21 pies 7 pulg., se igualarán por un mismo nivel en todo su largo; á las prolongaciones de los estribos del lado del trámite se les dará 8 pies 2 pulg. de grueso, y á sus esquadras contiguas 7 pies 2 pulg. en su nacimiento y 4 pies 8 pulg. en su remate. Todo lo demas de la fábrica será lo mismo que dexamos especificado acerca de la puente á continuacion de una inclusa de 11 pies 8 pulg. de caida.

Quando la puente se labre á continuacion de una inclusa de 9 pies 4 pulg. de caida, las prolongaciones de los espolones tendrán 16 pies 11 pulg. de altura no mas; el arco tendrá sus arranques 16 pies 6 lin. mas arriba del piso, la misma montea y el mismo grueso en la clave que las demas. La altura y grueso de la prolongacion de los estrtbos y de sus esquadras, y todo lo demas de la obra, se-

rá lo mismo que dexamos prevenido acerca de las puentes que están á continuacion de la inclusa de 11 pies 8 pulg. de caida.

Puente sobre un canal entremedias de dos inclusas, con anden debaxo del arco.

Para dar reglas precisas supondremos que esta puente ha de tener 28 pies de luz, y 21 pies de ancho desde una frente á otra; se prolongarán tambien sus estribos, cuya prolongacion tendrá 10 pies 6 pulg. de largo por 5 pies 3 pulg. de grueso, en cuyos remates se levantarán quatro esquadras que cogerán de largo 15 pies 9 pulg. medidos desde la linea trasera de las prolongaciones de los estribos; y 5 pies 2 pulg. de grueso.

El paramento de las prolongaciones se levantará 3 pies 6 pulg. lexos del paramento de los estribos; y en los extremos de estas paredes como tambien en los de sus esquadras, se levantarán pilastras con 4 pies 4 pulg. 6 lin. de ancho en cada cara, y que vuelen 10 pulg. 6 lin. de la linea.

Los estribos tendrán 8 pies 9 pulg. de grueso, se fortificarán con quatro contrafuertes, de 8 pies 9 pulg. de largo cada uno, por 5 pies 3 pulg. de grueso: la distancia interior de un contrafuerte á otro será de 11 pies 8 pulg.; en cuyo intervalo se trazará un semicírculo orizontal por un radio de 5 pies 10 pulg., cuyo vértice sea tangente de la linea trasera del estribo para que contrareste el empujo que este haga en su medio.

Entremedias de los contrafuertes y de las esquadras, cuyo intervalo será de 5 pies 3 pulg. se trazará otro arco orizontal semicircular por un radio de 2 pies 7 pulgadas 6 lineas cuyo vertice sea tangente de la linea trasera de los estribos prolongados para enlazar unas con otras las paredes.

Los estribos, sus prolongaciones y las esquadras de estas se fundarán 3 pies 6 pulg. por lo menos debaxo del suelo del canal: la parte delantera del estribo en un ancho

de 3 pies 6 pulg., y las paredes prolongadas, se fundarán 3 pies 6 pulg. mas abaxo que las demas paredes: el cimiento formará zarpa de 12 pulg. 10 lin. En la cara delantera del estribo y de las paredes prolongadas, cuya zarpa será de 3 pulg. 6 lin. en la cara delantera del otro estribo y al rededor de las demas paredes; cuya zarpa podrá ser mayor en un estribo y paredes compañeras que no en el otro, segun fueren las circunstancias.

La altura de los estribos hasta los arranques será de 14 pies 10 pulg. 6 lineas; la bóveda será circular, su luz 28 pies, su sagita 3 pies 9 pulg. 6 lineas, y su grueso en la clave 2 pies 11 pulg.; por manera que la altura total de la puente desde los cimientos, que se arrasarán al nivel del suelo del canal, hasta el nacimiento del plinto, será de 21 pies 7 pulg.

La cara superior del arco se igualará por un declivio de 4 pulg. 8 lin. por 7 pies de cada lado del medio de la puente; cuyo declivio prolongado determinará la altura de las paredes compañeras; y será de 20 pies 7 pulg. 4 lin. para los muros prolongados, los quales se allanarán de nivel en todo su largo, y de 20 pies 1 pulg. 6 lineas para sus esquadras, las quales seguirán el declivio expresado poco ha, todo ello medido desde la cara superior de los cimientos.

Para facilitar el tirar de los barcos se formará una banqueta debaxo de la puente y en sus entradas; con cuyo fin delante de la banqueta se levantará un revestido de sillería subiendo su paramento exterior desde la zarpa del cimiento 9 pies 0 pulg. 6 lineas paralelo á la linea del estribo, y prolongada en la misma linea hasta 19 pies 10 pulg. mas alta de las frentes de la puente. Rematará en arco de círculo trazados por centros que estarán en la prolongacion de la linea del estribo, 19 pies 10 pulg. de los del paramento de los estribos. El extremo de estos arcos circulares se prolongará 2 pies 4 pulg. en la direccion de una linea tangente suya que sirva de zarpa á un zócalo que rematará el paramento de dicha pared.

El cimiento de cuya pared será un macizo de fábrica de 5 pies 3 pulg. de ancho por 7 pies de alto debaxo del suelo del canal. La primer hilada, encima de este cimiento tendrá 17 pulg. 6 lineas de alto y 4 pies 1 pulg. de grueso; formará su zarpa, y su linea exterior estará 9 pies 6 lin. lexos de la linea del estribo, y 10 pulg. 6 lineas lexos de la orilla del canal, del lado del estribo tendrá otra zarpa de 3 pulg. 6 lineas. Desde esta hilada la pared se reducirá á 3 pies 6 pulg. de grueso con 3 pulg. 6 lineas de diminucion en cada lado; desde la hilada de la zarpa tendrá 7 pies 3 pulg. 6 lineas de alto; los 6 pies 1 pulg. 6 lineas se levantarán sobre el paramento exterior con escarpa de 1 pulg. 2 lineas por 14 pulg., y lo de afuera á plomo, con lo que el grueso quedará reducido por arriba á 3 pies 2 lineas: las 2 pulg. 4 lineas restantes serán para una hilada de plinto de sillería, con 2 pulg. 4 lineas de vuelo fuera de la linea, y 21 pulg. de grueso reducido. Mediante lo qual toda la altura desde el cimiento será de 8 pies 9 pulg., igual con la del dique del canal.

Desde el un extremo de esta pared al otro se echará, tambien de sillería 8 pies 2 pulg. de la linea del estribo, una hilada de paramento de 2 pies 4 pulg. de alto por 17 pulg. 6 lineas de grueso; la rematarán dos zócalos de 28 pulg. en quadro, con lomo en la cara de arriba.

Con la mira de enlazar este revestido de sillería con el estribo y sus prolongaciones, se labrarán tres paredes de traviesa, la una en medio del estribo, y cada una de las otras en derecho de cada pilastra. El ancho de cada pared de traviesa será de 3 pies 6 lineas, y su altura 8 pies 9 pulg.: su cimiento estará 3 pies 6 lineas debaxo del suelo del canal, y será su grueso respecto de cada pared de 4 pies 1 pulg.

La banqueta se prolongará en cada lado de la pared de que acabamos de hablar, hasta el pie de las rampas que se harán en las inmediaciones de la puente, de las quales hablaremos dentro de poco.

Al pie del paramento del estribo y de sus prolongaciones se asentará una hilada de zarpa de sillería de 17 pulgadas 6 lineas de alto, que cogerá hasta 10 pulg. 6 lineas mas allá de las pilastras donde empiezan á correr las esquadras. Otra hilada igual se asentará al pie del revestido de sillería para el anden; cuyas hiladas serán de sillares de mayor y menor de 18 pulg. 8 lineas y 23 pulg. 4 lineas de lecho. En medio de los estribos se echará una cadena, y en medio del arco, y otra hilada de almohadon en su arranque. Otras cinco cadenas se echarán en el paramento de la pared delante del anden, de 21 pulg. y 28 pulg. de paramento como las del estribo; tendrán 14 y 21 pulg. de lecho; la cadena del arco tambien tendrá 21 y 28 pulg. de paramento por 18 pulgadas 8 lineas y 23 pulg. 6 lineas de corte, y la hilada del almohadon 21 pulg. de grueso reducido.

Las dos cabezas de la bóveda y sus cepas, serán igualmente de sillería, con 28 y 35 pulg. de lecho, formando paramento en lo interior de la bóveda. Las dovelas de las cabezas serán de solo un sillaron para recibir la hilada de plinto: cuyos sillarones se asentarán un poco mas altos que la altura señalada para el declivio del piso de la puente, y se retallarán en la linea del mismo declivio, despues que la bóveda tenga hecho su asiento.

El paramento de las cepas hasta las paredes de prolongacion se repartirá en hiladas arregladas que formarán dientes en las mismas paredes de 4 pulg. 8 lin. y 9 pulg. 4 lin. de largo.

Las pilastras de los extremos de las prolongaciones de los estribos, y sus esquadras, serán igualmente de piedra en un grueso de 2 pies 4 lineas; se repartirán en hiladas arregladas formando tambien alternadamente dientes de 4 pulg. 8 lineas y 9 pulg. 4 lineas de largo, en las paredes de prolongacion y sus esquadras.

Cada hilada llevará rehundidos de 2 pulg. 4 lineas de alto y otro tanto de hondo, cuyas esquinas se redondearán para formar almohadillados.

Despues de arrasadas las cabezas del puente y sus paredes compañeras, con arreglo al declivio expresado de 4 pulg. 4 lin. por 7 pies, se echará la hilada de plinto de 17 pulg. 6 lineas de alto por 35 pulg. de lecho, con vuelo de 3 pulg. 6 lineas fuera de la linea, y se perfilará despues con arreglo al dibuxo.

El remate de cada pilastra será un dado ó zócalo de sillería, parecido á los de las pilastras de la puente que hicimos antes á continuacion de la inclusa.

Los paramentos serán de todo punto parecidos á los de antes por lo tocante á sus dimensiones y construccion.

La parte de los paraperos de los estribos, de sus prolongaciones, de las esquadras y de la pared del anden entremedias de lo de piedra, será de ladrillo en 14 pulg. de grueso reducido; la bóveda será de lo mismo entre las cabezas y la cadena en un grueso reducido de 2 pies 11 pulg. Todo labrado con mezcla de cal y teja.

Todo lo demas de la puente será de sillarejo duro con mezcla de cal y arena.

Esta puente llevará tambien 16 hitos enteramente parecidos, y en los mismos parages que la puente á continuacion de la inclusa.

La bóveda se cimbrará con 4 cuchillos espaciados 6 pies 8 pulg. 6 lineas de medio á medio; cada cuchillo se compondrá de 2 pares largos 14 pulg. cada uno; dos almas largas 16 pies 4 pulg. entre las dos; un tirante largo 12 pies 3 pulg. dos pies derechos colocados entre los estribos para recibir las almas de 8 pies 2 pulg. de largo entre los dos; y tres dobles cepos colgados, componiendo seis piezas, cada una larga 5 pies 3 pulgad. todo ello por 11 pulgad. 8 lineas á 14 pulgad. de grueso. Encima de los pares habrá dos curvas largas 25 pies 8 pulg. entre las dos por 9 pulg. 4 lin. á 11 pulg. 8 lin. de grueso.

Los cuchillos se asentarán sobre dos carreras de soleras, cada carrera de 21 pies de largo y de 5 pulg. 10 lin. á

14 pulg. en las quales se ensamblarán las almas, y se cubrirán con dos carreras de sombreros, cada carrera de 21 pies de largo, y 11 pulg. 8 lineas á 14 pulg. Se las asegurará con dos carreras de travesaños, de 42 pies de largo entre las dos, por 9 pulg. 4 lineas á 10 pulg. 6 lineas colocándoles sobre los tirantes, y con aspas de 7 pulg. á 8 pulg. 2 lineas de grueso, estribando el un extremo en los estribos, y el otro ácia los extremos de los pares.

Cada cepo colgado se asegurará con pasadores atornillados de 28 pulg. de largo y 14 lineas de grueso, apretados con tuerca.

Encima de los cuchillos se echarán treinte y siete carreras de entablado asentándolas muy juntas sobre calzos de roble, cuyos entablados cogerán todo el largo de la bóveda por 7 pulg. á 9 pulg. 4 lineas de grueso: por encima se arreglarán con la curva de la bóveda.

Al tiempo de levantar los estribos, se dexarán en sus paramentos quatro canes, del mismo modo que en la puente de antes, para recibir las soleras y las almas de las cimbras, los quales se retallarán despues de descimbrada la bóveda.

Por lo que toca al descimbramiento de la bóveda, se hará del mismo modo que se dixo antes.

En cada extremo de la puente, se hará una mesilla á nivel de 17 pies 6 pulg. de largo medidos desde la linea de los zócalos que remataren las esquadras en un ancho de 46 pies 8 pulg., y despues una baxada á razon de 4 pulg. 8 lin. por 7 pies, hasta encontrar el terreno natural en igual ancho de 46 pies 8 pulg. el vértice. Estas rampas seguirán la linea de las paredes esquadras.

De cada lado de estas mesillas se harán tambien rampas de 21 pies de ancho, en lo llano con un declivio de 7 pulg. por 7 pies hasta encontrar los diques del canal cuya linea seguirán, las quales tambien tendrán 21 lineas de ancho; por cuyo motivo se alargará el anden 28 pies mas allá del remate de estas rampas.

La escarpa del lado del canal, así de las rampas como del anden, se revestirá con pared de piedra seca, que llevará sus cadenas de justas espaciadas 14 pies de medio á medio; al pie de este revestido del lado del canal se plantará para sostenerle una fila de piquetes toscos, tanto de lleno como vacío, de 7 pies de largo por lo menos cada uno por 9 pulg. 4 lineas de diametro medio; se sujetarán con una carrera de travesaños por la parte delantera de 7 pulg. á 8 pulg. 2 lineas de grueso, asegurándola en los piquetes con pasadores á trechos de 3 pies 6 lineas y con otra fila de piquetes 7 pies lexos de la primera, del lado de los diques; cuyos piquetes se espaciarán 7 pies, y serán de igual largo y grueso que los de la primer fila.

Estas dos filas de piquetes se mantendrán juntas echando de una á otra travesaños dobles que harán oficio de tirantes, de 10 pies 6 pulg. de largo y 7 pulg. de grueso cada uno, pasados con los piquetes de detras y con sus correspondientes de la primer fila.

Detrás de la primer fila de piquetes se echará un guarnecido de sillarejos del mayor tamaño que puedan encontrarse, alto de 2 pies 4 pulg. y otro tanto de grueso, y metido en tierra, por lo que se le hará una zanja ajustada á estas dimensiones.

Las paredes de piedra seca tendrán 21 pulg. de grueso por abaxo 17 pulg. 6 lineas por arriba, y las coronará una hilada de justas de 14 pulg. de alto.

En los lados exteriores de las rampas que llegarán á la puente, se plantarán árboles en la misma linea que los de los diques del canal, 21 pies lexos unos de otros de medio á medio, y á esquadra con la linea del canal.

En las baxadas que se hicieren en las prolongaciones de las esquadras de la puente, se plantarán dos filas de árboles cuya linea se dirigirá al medio de los zócalos que sirvieren de remate á dichas paredes; se espaciarán como los de antes, y resguardarán con cambroneras atadas en tres partes.

Gallipuente.

El gallipuente discrepa de la puente aqüeducto, en que el destino del primero es servir de madre á un canal de navegacion que ha de atravesar un rio, y el destino del otro es llevar menos cuerpo de agua, para los usos de alguna poblacion, adonde se ha de encaminar atravesando un valle que se salva con el aqüeducto.

Daremos tambien á esta puente dimensiones señaladas, á fin de que sean menos vagas las reglas por las quales se ha de gobernar la edificacion de estas obras. El destino de esta puente está diciendo que se ha de plantar debaxo del canal; le daremos 28 pies de luz, y 38 pies 6 pulg. de largo; la acompañarán quatro paredes que serán las prolongaciones de sus estribos, de 37 pies 4 pulg. de largo cada una, cuya linea correrá 18 pulg. 8 lineas paralela con la de los estribos. Al remate de estas prolongaciones se levantarán otras quatro paredes de esquadra, de 27 pies 5 pulg. de largo cada una, medidas desde la linea trasera de las prolongaciones.

Al remate de las prolongaciones y esquadras se plantarán pilastras de 4 pies 4 pulg. de ancho en cada cara, que volarán 18 pulg. 8 lineas fuera de la linea de dichas paredes.

Detrás de cada estribo, y 9 pies 4 pulg. lexos de su medio se levantarán las dos paredes que han de sostener parte del canal, y cada una tendrá 23 pies 11 pulg. de largo: en su remate se levantarán quatro paredes de esquadra de 20 pies 4 pulg. de largo cada una, medidos desde la linea trasera de las primeras.

Los estribos tendrán 10 pies 6 pulg. de grueso, cada una de sus prolongaciones y las esquadras de estas 5 pies 10 pulg.; los de el canal, igualmente que sus esquadras 4 pies 8 pulg. cada uno, medidos desde encima de la zarpa.

Estas paredes, y los estribos, se asentarán á la altura del suelo del rio, y á un nivel unas con otras: su cimiento tendrá 4 pies 8 pulg. de alto: por la parte del paramento de los estribos, y de sus paredes compañeras se dividirá en quatro hiladas de 3 pies 6 pulg. de vuelo cada una fuera de la linea. Este cimiento formará zarpa de 3 pulg. 6 lineas detrás de cada estribo, y de 7 pulg. detrás de las paredes compañeras. La misma zarpa de 7 pulg. habrá alrededor de las paredes del canal y de sus esquadras.

Los estribos y sus paredes compañeras, igualmente que las del canal y sus esquadras, se fundarán sobre pilotes espaciados, en virtud de las dimensiones señaladas para cada parte, 3 pies 6 pulg. de medio á medio, y en direcciones á esquadra unas con otras. Se colocarán con el cuidado de que los pilotes de orilla ó recinto estén, con corta diferencia, á plomo de la linea de la zarpa del cimiento: con cuya mira las zanjas ó vaciados de estos cimientos se harán de modo que estén á un nivel, 19 pies 4 pulg. 2 lineas debaxo de la linea del suelo del canal.

Los pilotes serán toscos; tendrán por lo menos 17 pies 6 pulg. de largo por 11 pulg. 8 lineas de diámetro medio; se descortezarán y enderezarán quanto sea posible; se practicará con ellos lo propuesto con el fin de echarles un azuche de hierro de quatro piernas, que pese unas 16 libras inclusos los clavos.

Estos pilotes se hincarán á rebote con un mazo de unas 700 libras de peso; despues de hincados, se aserrarán 19 pies 4 pulg. 2 lin. debaxo del suelo del canal, dexándoles sin embargo lo suficiente para una espiga de 4 pies 8 pulg. de largo por 2 pulg. 4 lineas de grueso, para recibir los sombreros y nudillos.

Los sombreros tendrán 14 pulg. de esquadría y los nudillos 10 pulg. 6 lineas á 11 pulg. 8 lineas. Claro está que se les harán caxas donde encaxen las espigas de los pilotes, y todo se asegurará con clavijas de roble.

Lo de entremedias de los sombreros, y nudillos se ahondará como unas 17 pulg. 6 lineas y llenará de mampostería de sillarejo con mezcla de cal y arena: esta mampostería se cubrirá con una plataforma que coja todo el grueso de las paredes y de los estribos. La plataforma se hará de tablones de 4 pulg. 8 lineas de grueso, asentados muy juntos y alternadamente á juntas encontradas, y asegurados con clavijas de hierro de 9 pulg. 4 lineas de largo por 7 lineas de grueso.

Sobre estas plataformas se trazará la zarpa de los estribos y demas paredes, con arreglo á las medidas antes expresadas, por las quales los estribos tendrán 11 pies 11 pulg. 6 lineas de grueso en derecho de la primer hilada, y sus prolongaciones y esquadras de estas 7 pies 7 pulg. cada una. Lo detrás de estas zarpas se levantará á plomo y en el paramento: cada hilada formará, como queda dicho, una diminucion de 3 pulg 6 lin.: su grueso desde la plataforma de carpintería será de 5 pies 10 pulg.

Los estribos tendrán 4 pies 8 pulg. de alto contados desde la primer hilada de diminucion hasta los arranques: la bóveda será una porcion de arco de círculo de 28 pies de radio, con 3 pies 9 pulg. 6 lineas de montea y 2 pies 11 pulg. de grueso en la clave; por manera que la cara superior de la bóveda estará 21 pulg. mas abaxo del suelo del canal.

Encima de la bóveda se labrarán dos paredes que formarán el canal, cuyos paramentos exteriores estarán á la distancia de 9 pies 11 pulg. paralelos á las cabezas; cada una tendrá 8 pies 5 pulg. 6 lineas de alto hasta debaxo de la hilada del plinto, 9 pies 11 pulg. de grueso en su pie, y 9 pies 8 pulg. 8 lineas en la cabeza. Estas paredes se arrasarán á un nivel en todo su largo, y se enlazarán con las que antes se dixo se habian de levantar detrás de cada estribo. Estas paredes tendrán 21 pies 10 pulg. 6 lin. de alto contados desde la zarpa, inclusa la hilada de corona que los rematará. Las paredes á esquadra con el ca-

nal tendrán el mismo alto de 21 pies 10 pulg. 6 lin.

Las prolongaciones de los estribos y las paredes de esquadra tendrán 19 pies 10 pulg. de alto desde la última zarpa hasta el plinto; cuyas paredes se arrasarán á un nivel en todo su largo.

Al principio de la edificacion se dexarán volar en cada esquina de las paredes levantadas sobre las cabezas de la puente quatro hiladas formando dentellado voladizo de 21 pulg. para recibir los parapetos y la parte de plinto circular que se asentará encima de las rinconeras. Estos dentellados voladizos tendrán corte de dovela sobre planta circular.

Las quatro hiladas de diminucion debaxo de los estribos, de sus prolongaciones, y de sus pilastras que rematen estas paredes serán de sillares de mayor y menor de 18 pulg. 8 lineas y 28 pulg. de lecho.

Al origen de cada prolongacion, se echará una cadena de sillares de mayor y menor de 42 y 49 pulg. de largo de paramento, formando vuelo: en cada estremo de las paredes que se levantarán encima de las frentes de la bóveda, se echarán otras cadenas semejantes, y se enlazarán con las primeras.

En las paredes del canal se echarán catorce cadenas, y otra circular en cada uno de sus extremos. Las de las del canal tendrán 21 pies y 35 pulg. cada una de paramento, y las circulares tendrán alternadamente 6 pies 5 pulg. y 7 pies 7 pulg. de largo. Todas estas cadenas tendrán 14 y 21 pulg. de lecho.

Las pilastras de remate de las prolongaciones serán tambien de piedra y de 2 pies 4 pulg. de grueso reducido; y formarán en ellas y en las esquadras dientes de 4 pulg. 8 lineas y 9 pulg. 4 lineas de largo.

Estas pilastras se harán por hiladas arregladas, dexando en cada una rehundidos de 21 lineas de alto y 2 pulg. 4 lineas de hondo, y se redondearán sus esquinas para formar almohadillados.

También se harán de sillería los machones y las frentes de la bóveda; las hiladas de aquellos y de estos tendrán alternadamente 28 y 35 pulg. de largo, y formarán paramento en lo interior de la bóveda.

La hilada de plinto que se echará encima de las frentes de la puente, sobre las prolongaciones y sus esquadras, tendrá 17 pulg. 6 lineas de alto y 35 de lecho: volará 3 pulg. 6 lineas fuera de sus lineas, y se retallará con arreglo al perfil que de ella se diere.

Las pilastras de los extremos de las prolongaciones y sus esquadras rematarán en dados ó zócalos de sillería de 4 pies 8 pulg. en quadro cada uno por 4 pies 1 pulg. de alto, incluso un lomo de 3 pulg. 6 lineas. Estos dados echarán dientes de 4 pulg. 8 lineas y 9 pulg. 4 lineas en los parapetos; dados como estos rematarán las esquadras de las paredes del canal, plantados en una misma linea con estas esquadras.

Los parapetos tendrán 3 pies 9 pulg. 6 lineas de alto, los 2 pies 5 pulg. 6 lineas serán de ladrillo por 18 pulg. 8 lineas de grueso; lo demás, á manera de tableta, será de sillería de 21 pulg. de ancho, con el fin de que vuele 14 lineas de cada lado.

Los ángulos circulares de estos parapetos serán de piedra en toda su altura; se dividirán en tres hiladas, la una, parecida á la tableta poco ha mentada, se juntará con ella, y las otras dos, en lo que coja de alto la fábrica de albañilería, tendrán de largo 6 pies 8 pulg. 6 lineas y 7 pies 10 pulg. 6 lineas, y su grueso será el mismo de 18 pulg. 8 lineas.

Las paredes del canal las cubrirá una hilada de piedra de 14 pulg. de alto por 18 pulg. 8 lineas de ancho, que volará 14 pulg. fuera de la linea de las mismas paredes.

Los paramentos de los estribos, de las prolongaciones, esquadras y de las paredes de encima de las frentes de la puente, y lo de entremedias de las cadenas en las paredes del canal, se harán de ladrillo en un grueso de

14 pulg. La bóveda tambien se hará de ladrillo en un grueso reducido de 35 pulg.: su traśdos se arrasará por un nivel con igual fábrica de ladrillo, todo con mezcla de cal y teja.

Así que se conociere que las mezclas han hecho todo su asiento en la bóveda, lo que se verificará unos seis meses despues de quitadas las cimbras, se tenderá sobre esta bóveda una tongada de mezcla de teja apisonada por camas de 14 lineas de grueso, sobre cuya tongada se asentará una fábrica de mampostería de piedra quebrantada con mazo, con mezcla de cal y teja, de unas 10 pulgadas 6 lineas de grueso. Sobre esta mampostería se echará un empedrado de dados con igual mezcla, cuya superficie superior ó cara alta esté á la altura del suelo del canal.

Lo detrás de los paramentos de las paredes del canal se guarnecerá con la misma mampostería de piedra quebrantada con mazo, y del mismo grueso de 10 pulg. 6 lineas.

Todo lo demás de la fábrica de la puente será de sillarejo con mezcla de cal y arena.

La bóveda se cimbrará con seis cuchillos á igual distancia unos de otros; cada cuchillo se compondrá de dos pares, entre los dos de 28 pies de largo; de un tirante de 12 pies 3 pulg. de largo; de dos almas de 16 pies 4 pulg. de largo entre las dos; de dos pies derechos puestos arrimados á los estribos para recibir las almas, cada uno de 3 pies 6 pulg. de largo, y de tres cepos colgados dobles, que compondrán seis piezas, cada una de 5 pies 3 pulg. de largo, todo por 11 pulg. 8 lineas á 14 pulg. de grueso. Sobre los pares se echarán dos curvas, entre las dos largas 25 pies 8 pulg. y 9 pulg. 4 lineas á 11 pulg. 8 lineas de grueso.

Estos cuchillos estribarán en dos carreras de soleras de 39 pies 1 pulg. de largo cada una, por 5 pulg. 10 lineas á 14 pulg. de grueso, en las quales estarán ensamblados los pies derechos, cubiertos con sombreros del mis-

mo

mo largo que las soleras, y de 11 pulgadas 8 lineas á 14 pulg. de grueso.

Los cuchillos se cubrirán con treinta y siete carreras de tablitas ó entablado, todas del mismo largo que la bóveda, por 7 pulg. á 9 pulg. 4 lineas de grueso, asentadas muy juntas sobre egiones de roble, y formadas por encima con arreglo á la curva de la bóveda.

Los seis cuchillos se sujetarán con dos carreras de travesaños de 39 pies 1 pulg. de largo cada una por 9 pulg. 4 lineas á 10 pulg. 6 lineas de grueso, asentadas sobre los tirantes, y con aspas de 7 pulg. á 8 pulg. 2 lineas, aseguradas por el un cabo en los estribos, y por el otro cerca de los extremos de los pares.

Los cepos colgados se mantendrán juntos y apretados unos con otros por medio de dos pasadores atornillados, de 28 pulg. de largo cada uno y 14 lineas de grueso, apretados con tuerca.

Al tiempo de la edificacion se dexarán seis canes en cada estribo, para recibir las soleras y los pies derechos de las cimbras. Estos canes serán de dos hiladas, de 1 pie 9 pulg. de alto reducido entre las dos, por 1 pie 2 pulg. de vuelo y otro tanto de grueso, y despues de concluido el descimbramiento se retallarán hasta la linea de los estribos.

Por lo que toca al descimbramiento, se practicará lo mismo que con la puente de 18 pies 8 pulg. de luz, que hemos fabricado á continuacion de la inclusa.

Las dos banquetas entre las paredes del canal y los parapetos de la puente se empedrarán de dados menores, sentados en capa de mezcla de teja molida hasta la linea trasera de los estribos; y los demas, hasta el extremo de las esquadras de los estribos, y de las demas del canal, se empedrará con dados mayores en cama de arena de 8 pulg. 2 lin. de arena, con la precaucion de dexar un declivio suficiente ácia el canal para escurrimiento de las aguas llovedizas.

Fig. Concluida que esté la edificacion de esta puente, se recorrerán con mezcla de teja y acicalarán las juntas de los paramentos, lo que se practicará igualmente con las demás obras de fábrica hasta aquí especificadas.

24. 25. 299 Planta y corte por el largo de una inclusa de 11 pies 8 pulg. de caida.

26. 27. 300 Puertas alta y baxa de la inclusa. La primera es un corte por el ancho de la inclusa y la altura de su caida en derecho de la puerta alta; la otra es el alzado de la puerta baxa y el corte del canal inmediatamente despues de la inclusa.

Todas estas figuras manifiestan que para la fábrica de la inclusa no proponemos ni enrejados ni zampeados de carpintería, por la poderosa razon que la carpintería no enlaza con la obra de fábrica. El fin principal de los arquitectos que las usan es procurar que por su medio el peso del agua y de la fábrica que ha de cargar sobre el cimiento se reparta con mas igualdad entre las diferentes partes del terreno, y tambien precaver las filtraciones que se hacen en los cuencos de las inclusas. Pero hemos precavido ambos inconvenientes haciendo un piso general de fábrica de 4 pies 8 pulg. reducidos de grueso, rematado en porcion de arco circular trastornado de 14 pulg. de sagita, hecho de arcos y cadenas de sillería, y lo de entre medias de albañilería sentada con mezcla de teja. Tambien echamos debaxo de este arco, detras del ladrillo de los paramentos de los espolones, una mampostería de 14 pulg. á 17 pulg. 6 lineas de grueso, de pedernal ó guijo de viña ó de piedra dura quebrantada con mazo con la misma mezcla de cal y teja; cuya edificacion hace seguramente la obra mas sólida sin hacerla mas costosa, particularmente en los parages donde sea muy cara la madera.

En la fundacion de las inclusas es escusado echar pilotes quando es de suficiente consistencia el terreno para

ra aguantar el peso de la fábrica; pero no se pueden escusar en los extremos de las inclusas las filas de tablestacas para precaver las filtraciones. | Fig.

Pudieran escusarse, conforme quedó prevenido en otro lugar, los contrafuertes con dar mas grueso á los espolones de la inclusa; pero sobre que los contrafuertes en algunas partes hacen mas larga la palanca para resistir mejor el empujo de las tierras y del agua, sirven para cortar las filtraciones, que acaso se harían por detras de los mismos espolones, principalmente por medio del batido de tierra franca que han de llevar. Tambien se pueden dexar en los sillarejos, para mayor precaucion, muchos dientes de algunas pulgadas, y tambien alrededor de los contrafuertes, con el fin de atajar todavía mejor dichas filtraciones.

301 Planta, alzado y corte de un alibiadero, y de un escurridero en su medio. 28. 29.

El corte por la linea *AB* manifiesta que, además de llevar esta obra un contrapiso se le dá una figura ó curva que la resguarde mejor de las socavaciones. 30.

Por la poca altura de los diques que han de servir de anden, se hace preciso echar puentes de madera sobre estos alibiaderos, sin lo qual mejor sería embovedarlos por causa de lo poco que dura la madera.

La planta y perfil están diciendo que con la mira de resguardar el alibiadero de los choques de los barcos se le ha plantado por delante una fila de piquetes coronados con su sombrero.

302 Planta, perfil y corte de un escurridero aislado, y de un vertedero.

Alzado del vertedero. 31.
Planta del vertedero. 32.
Corte del vertedero. 33.
Alzado del escurridero. 34.
Planta del escurridero. 35.
Corte por la linea *AB*. 36.

Fig. Los escurrideros son necesarios para agotar mas pronto los canales quando hay necesidad de algun reparo, ó se advierte alguna madriguera, ú otras socavaciones en los diques del canal, y tambien siempre que ocurre limpiarlos, especialmente quando el suelo del trámite es mas baxo que el piso de la inclusa.

Los vertederos sirven para introducir en un canal, siempre que se tiene por conveniente, aguas claras de manantiales, ó arroyos, con el fin de suplir ó economizar el agua de los principales socorros.

37. 38. 39. 304 Puente sobre un canal de 28 pies de luz con anden debaxo de su arco. La primer figura es el alzado, la segunda su corte por lo largo del canal, y la tercera su planta.

La bóveda se hace en porcion de arco de círculo, porque esta curva facilita el paso á las caballerías por debaxo del arco, y tambien á los barcos que llevan géneros de mucho volumen, como leñas, paja &c.

304 Planta, perfil y alzado de un gallipuente sobre un rio.

40. Planta del gallipuente.

41. Planta del cimiento del estribo.

42. Alzado del gallipuente (Lám. 35).

43. Corte por el medio del canal (Lám. 35).

Suponemos que este gallipuente tiene tres arcos, de 35 pies de luz cada uno en porcion de círculo, con un radio de 35 pies; damos á las cepas 7 pies de grueso, y 14 á los estribos.

Ahora enseñaremos como se traza un carril en el supuesto de ser dado el ángulo del pico y el radio de la parte semicircular del larguero que ha de recibir.

44. 305 Sea *BAG* la mitad del ángulo saliente del pico, *MG* el radio de la porcion semicircular *EFG* del larguero *HDEFG* de la hoja.

Se prolongará ácia *Z* la linea *YI* que figura el paramento interior del uno de los espolones de la inclusa.

Se

Se prolongará ácia G la linea AC que figura la cara delantera de una parte del pico.

En el punto I, encuentro de las dos lineas AG, YZ, levántese la perpendicular IN, igual con el radio dado GM, y trasladésela á la linea del batiente en G. Conclúyase la figura INMG, que ha de ser un paralelogramo. El punto M será el centro de la parte semicircular del larguero HDEFG.

Pártase por medio en C la linea IG, igual por construccion al radio GM; trasládese la IC á la prolongacion del espolon desde I á K, levántense las dos perpendiculares KL, CL á las lineas IQ, IY, y desde el punto L, donde estas perpendiculares se cortan, y con el radio KL ó LC trácese el arco KC para redondear el ángulo agudo YIG, que forma el espolon prolongado con el batiente.

Tírense las lineas OP, QV paralelas á la ZY, y la QP, que será perpendicular con ellas para figurar el larguero y una parte de la hoja POVQ. Quando la puerta de la inclusa está abierta y arrimada paralelamente al espolon YK; su empotramiento en la pared es ZX, el qual por un lado coge la parte ZP que representa lo que el larguero y la hoja de la puerta están mas atras que la linea delantera del espolon, á fin de que no tropiecen con ella los barcos, y por el otro lado la parte QX para desahogo detras de las puertas hasta la linea de la muesca ó roza, que tendrá por lo menos 3½ pulg. en direccion paralela, y va á juntarse en porcion de arco con el punto F.

La linea RCGF representa la planta de lo que llamamos carril, la CGF demuestra la parte del carril á la qual está arrimado el larguero y toca quando la hoja está arrimada al batiente, y el quadrante de círculo GF la que el larguero toca quando la puerta está abierta y arrimada al espolon en la posicion QFGOP.

El vuelo del pico se determinará por lo dicho (275), ó como se estila en Olanda, la sexta parte del ancho de la inclusa entre los espolones; quiero decir que para 18 pies 8 pulg.

 de

Fig. de ancho este vuelo ha de ser 3 pies 1 pulg. 4 lineas.

Al colocar en su sitio el larguero, se le dexará una linea larga de holgura hasta el carril, el qual ha de ser de grandes sillares labrados con el mayor cuidado y asentados con la argamasa de mayor satisfaccion.

306 Es práctica comun abrazar por arriba el larguero con argollas de hierro de charnéla, aseguradas por medio de tirantes ahorcaxados, sólidamente afianzados en la fábrica de los espolones. Entonces el rozamiento se hace en la circunferencia de los largueros. Este rozamiento queda minorado para facilitar el movimiento de las puertas.

45. 307 Planta del larguero, y de sus tirantes.

En lugar de la argolla hemos propuesto un exe de hierro de 23 lineas de diámetro en el centro de la cabeza del larguero, cuyo exe abrazarán los tirantes, conforme aquí se ve. Se hará una muesca al larguero donde se meta el tirante, dexándole la holgura necesaria para el movimiento de las puertas. La parte donde esté la muesca se fortificará con una argolla de hierro, dexando en ella una abertura en derecho de la muesca, conforme va todo fi-

46. gurado en esta figura, que demuestra el alzado del larguero y su planta cortado en derecho de los tirantes.

47. 308 Planta y perfil de los tejuelos macho y hembra, que se echan al pie y debaxo de los largueros.

Conservacion del canal.

De poco servirá haber hecho el canal con todo el esmero posible, si no se le cuida con igual empeño. Su conservacion requiere un cuidado continuo, que contrareste los embates de los torrentes y elementos los quales sin cesar le acometen por todas partes, suma eficacia, genio ó incesante trabajo. Esta es empresa dificultosa en los paises donde los meteoros son terribles, violentas las tempestades, los rios impetuosos, precipitadas las inundaciones, y donde las peñas ceden facilmente al impulso de los torren-

ren-

rentes. Deben, pues, obrar aquí juntos y acordes, quanto cabe, todos los medios físicos y morales para poner freno á los elementos, con el fin de amparar las obras y la forma del canal contra tantas causas que intentan su destruccion.

Por de contado las aguas pueden abrirse pasos subterraneos, que ocasionan brechas; puede la fábrica hacer algun sentimiento que amague con la ruina de un aqüeducto, de una inclusa, &c.; puede suceder que por descuido de un inclusero quede sumergido un terrazo; y para precaver y remediar con tiempo estos daños son necesarios directores, vehedores, guardas y sobrestantes con vandolera que cada dia reconozcan un distrito señalado.

Conviene alentar con gratificaciones á los patrones de los barcos marchantes y de posta, para que dén aviso á los directores de quanto reparen en sus viages que pueda perjudicar al canal, estando prontos en todas partes los remedios. En los trámites ocasionados á filtraciones ha de haber repuestos de arcilla, gallones, sillarejos, cal, puzzolana, muchas carretillas, y pisones para apisonar las tierras.

En los trámites donde corre riesgo de rebosar el agua, se hace preciso levantar ó fortificar las orillas, poner escurrideros y alibios; señalar los parages donde, en caso de necesidad, sería de mucho beneficio abrir, respecto á un declivio mediano, un portillo de poca conseqüencia, para precaver otro que sería de mucho perjuicio por causa de ser mucha la altura del terreno; cuyos parages deben señalarse con postes blancos, porque así se distinguen facilmente en noches de tempestad. Los peones destinados para estos reparos han de estar alistados en los lugares circunvecinos, prometiéndoles, para quando llegue el caso, un crecido jornal como acudan sin dilacion al parage señalado.

Si el canal corriere por una ladera y estuviere expuesta la orilla endeble al choque de las aguas de algun rio, se

se fortificará su pie con obras proporcionadas á la violencia del rio cuyo embate se tema; se desviará su corriente con lenguas inclinadas á su curso; se formarán praderas en las cuestas, para precaver que las aguas formen barrancos; si los formaren, se fortificarán con piedra todos aquellos por donde corriere precipitada el agua; se plantará y sembrará la escarpa, para asegurarla del daño de las lluvias; finalmente se reconocerán con cuidado por todas partes.

En este caso la margen opuesta suele estar escarpada y expuesta á desmoronarse, cayendo sus ruinas al canal; sea de tierra ó peña esta margen, se la pondrá á escarpa, ó dará la forma de glacis, haciendo un contracanal de desahogo que reciba todo quanto se desmorone, la tierra y arena que las lluvias acarrean llevándolo todo á las calas, que son estanques hechos con este destino; estos glacis se sostendrán, si fuere necesario, con paredes apeadas de contrafuertes, cuyo cimiento por lo menos cargue sobre lo firme.

Si mas arriba de la una de las márgenes del canal hubiese alguna cuesta de poco declivio pero algo dilatada, no hay duda en que por allí caerán las aguas de lluvia al canal acarreándole grava y légamo. Bueno será por lo mismo recibir estas aguas en una zanja paralela al canal, donde depondrán su légamo, cuya zanja se guiará por debaxo de un aqüeducto; ó, si llevare poca agua, bastará abrir una cala en su extremo.

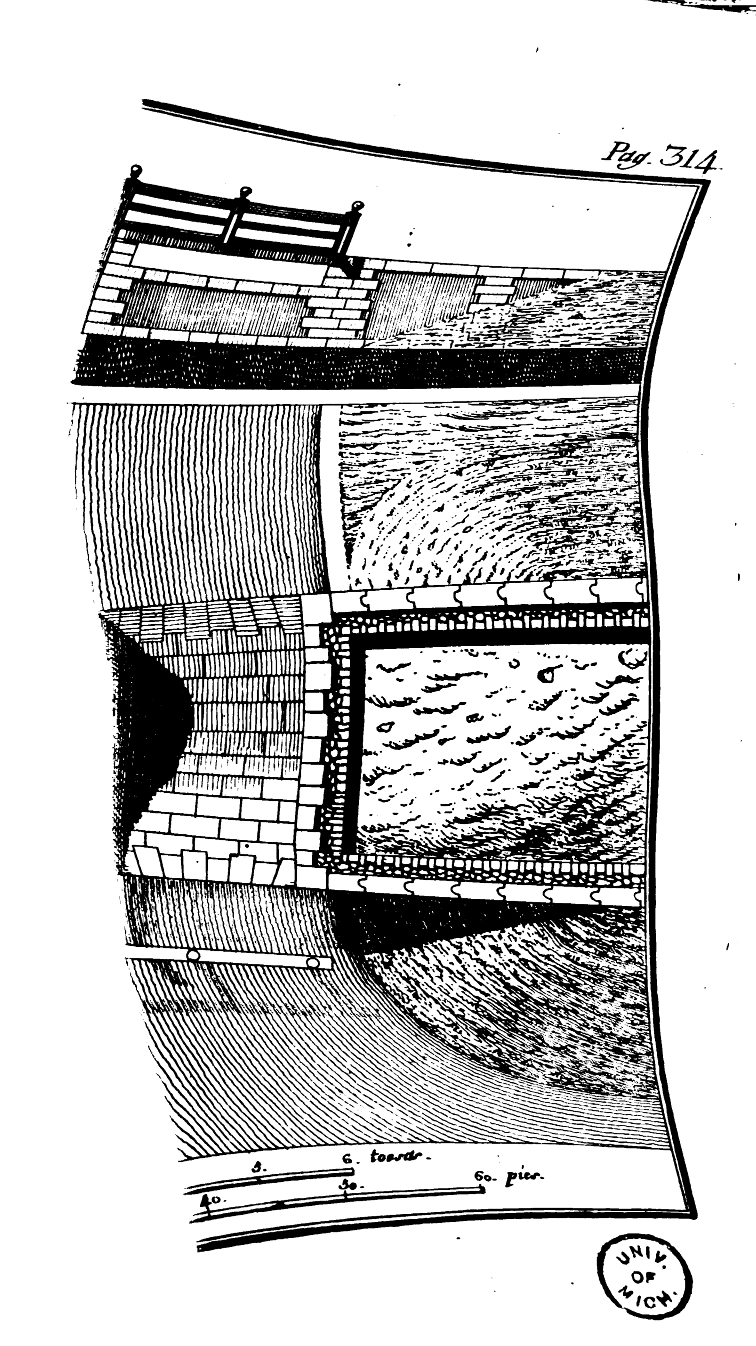
Como todo canal es mas ancho en la superficie del agua que no en su suelo, es necesario conservarle esta forma, que el movimiento del agua, las lluvias y los vientos intentan quitarle. Esto solo puede conseguirse fortificando ambas orillas con una esplanada en cada una; plantándola algo arrimadas unas á otras ocho ó diez filas de iris, planta bulbosa, pero tenaz.

Consta por experiencia que las orillas resguardadas de este modo nunca son robadas; y si acaso se las hace algun portillo, se remedia el daño con echarles tierra don-

4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 20. 30. Varas.

10. 20. 30. 40. 50. 60. 70. 80. 90. pies.




3.
6. toesas.
60. pier.
30.
40.

se fortificará su pie con obras proporcionadas á la violencia del rio cuyo embate se tema; se desviará su corriente con lenguas inclinadas á su curso; se formarán praderas en las cuestas, para precaver que las aguas formen barrancos; si los formaren, se fortificarán con piedra todos aquellos por donde corriere precipitada el agua; se plantará y sembrará la escarpa, para asegurarla del daño de las lluvias; finalmente se reconocerán con cuidado por todas partes.

En este caso la margen opuesta suele estar escarpada y expuesta á desmoronarse, cayendo sus ruinas al canal; sea de tierra ó peña esta margen, se la pondrá á escarpa, ó dará la forma de glacis, haciendo un contracanal de desahogo que reciba todo quanto se desmorone, la tierra y arena que las lluvias acarrean llevándolo todo á las calas, que son estanques hechos con este destino; estos glacis se sostendrán, si fuere necesario, con paredes apeadas de contrafuertes, cuyo cimiento por lo menos cargue sobre lo firme.

Si mas arriba de la una de las márgenes del canal hubiese alguna cuesta de poco declivio pero algo dilatada, no hay duda en que por allí caerán las aguas de lluvia al canal acarreándole grava y légamo. Bueno será por lo mismo recibir estas aguas en una zanja paralela al canal, donde depondrán su légamo, cuya zanja se guiará por debaxo de un aqüeducto; ó, si llevare poca agua, bastará abrir una cala en su extremo.

Como todo canal es mas ancho en la superficie del agua que no en su suelo, es necesario conservarle esta forma, que el movimiento del agua, las lluvias y los vientos intentan quitarle. Esto solo puede conseguirse fortificando ambas orillas con una esplanada en cada una, plantándola algo arrimadas unas á otras ocho ó diez filas de iris, planta bulbosa, pero tenaz.

Consta por experiencia que las orillas resguardadas de este modo nunca son robadas; y si acaso se las hace algun portillo, se remedia el daño con echarles tierra don-

4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 20. 30. Varas
10. 20. 30. 40. 50. 60. 70. 80. 90. pies.



29.

28.

A

B

1. 2. 3. 4. 5. 6. toises.

10. 20. 30. 40. 50. 60. piés.



34.

35.

B

A

36.

4. 3. 6. toesas franc.

40. 50. piés Castell.



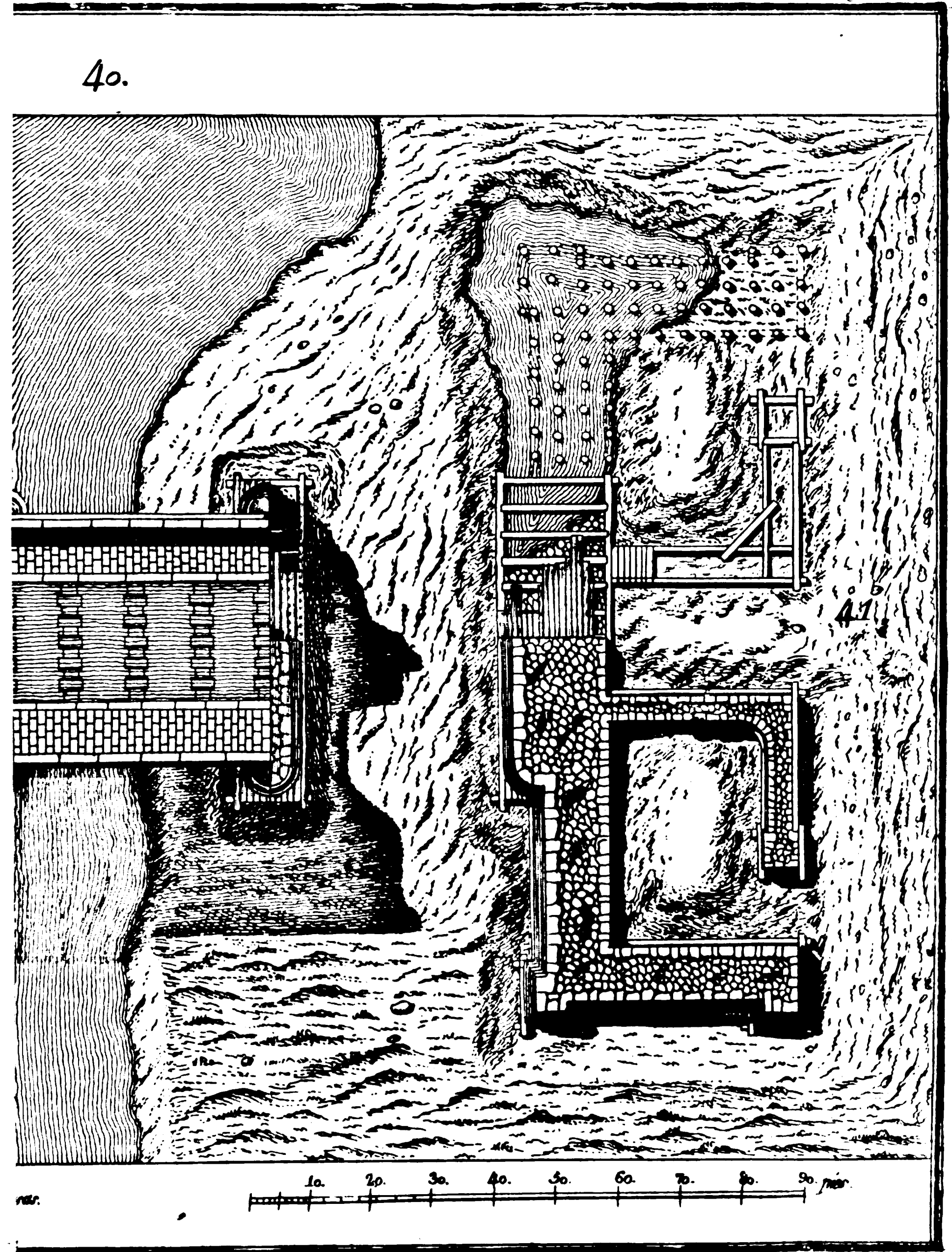
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9 10. toesas.

3. 6. 9. 12. 20. 30. 40. 50. 60. 70. 80. 90. pias.

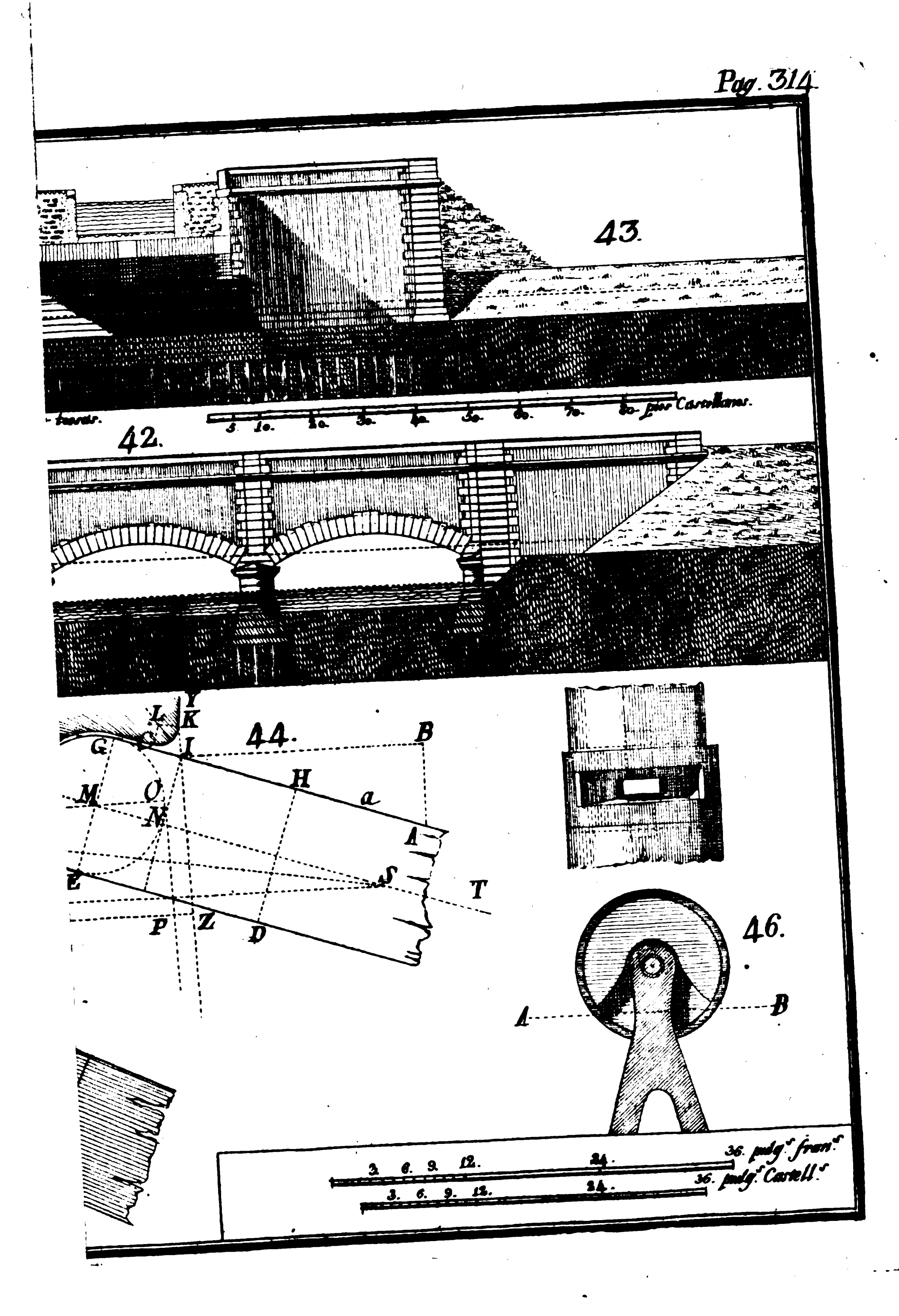
38.

39.





40.
41
10. 20. 30. 40. 50. 60. 70. 80. 90. pieds


43.
42.
44.
46.
5. 10. 20. 30. 40. 50. 60. 70. 80. pies Castellanos.
L
Y
K
I
G
B
H
a
M
O
N
A
E
S
T
P
Z
D
A
B
3. 6. 9. 12. 24. 36. pulg.s fran.s
3. 6. 9. 12. 24. 36. pulg.s Castell.s

donde se plantan iris, cuya tierra, despues que ha formado cuerpo, se corta para alinearla con la orilla.

Quando las orillas son arenosas ó gravosas, no siempre basta este resguardo, y entonces se hacen tapias de tierra seca ó de cal y canto, ó de piedra seca quasi echadas; ó finalmente se hacen estacadas de piquetes muy arrimados entretexidos de haros: pero los cimientos de todos estos reparos han de estar sobre una basa muy sólida, cuyo punto pide muchísimo cuidado.

Estas tapias, y las paredes de piedra seca son de mucho provecho, especialmente en los grandes recodos, porque en estos parages chocan las aguas mas directamente que no en las partes derechas, á lo largo de las quales no hacen mas que pasar, como lamiéndolas, y por lo mismo sin dar impulso alguno. Al salir de los cuencos, quando sale de las compuertas, forma el agua olas ó remolinos, con los quales roba las tierras inmediatas, y ensanchándose allí el canal se derrumban sus orillas. Aquí es necesario sostenerlas con paredes de piedra seca coronada de céspedes ó gallones, apisonando por camas la tierra que se echa por detrás donde forma un repleno.

La ruina interior de la fábrica de los cuencos la manifiestan fuentes que corren mucho tiempo por las juntas de sus paramentos quando se vacian. Con efecto, si detrás del paramento hay huecos, es necesario macizarlos quando el cuenco está lleno; y como las aguas se introducen por juntas angostas, no teniendo otra salida que por allí mismo, manan mucho tiempo despues de vaciado el cuenco; conociendo por lo que dura la fuente la cabida del hueco, que es necesario atajar. El desperdicio del agua es de mayor conseqüencia quando se pierde mas abaxo ó en los respaldos que reciben las puertas de las inclusas, cuyo daño suele remediarse con llenar las juntas de buena mezcla, y quitando algunos sillares para asentar en su lugar otros de mejor calidad. Pero si estos paliativos, ademas de recorrerse las juntas todos los años

al

al empezar la navegacion, no bastarán, será señal de no tener los sillares bastantes juntas; y de estár robada ó descarnada la mampostería de repleno; entonces no hay mas remedio que hacer de nuevo los paramentos, dando á la nueva fábrica toda la posible solidéz, hacer mas largas las juntas, y dar mas entrega á los sillares de los paramentos.

Los pisos de los cuencos suelen descarnarse en el parage donde cae el agua por el postigo de la puerta; la inmensa columna de agua comprimida del peso del trámite va socavando poco á poco el piso de sillería, y muy pronto el de carpintería; con esto se forman hoyos por donde el agua va minando el pie de los paramentos: es, pues, indispensable reconocerlos con toda prolixidad; siendo por lo mismo lo mas acertado hacer de sillería los pisos conforme queda dicho. Pero conviene visitar de quando en quando el suelo de los cuencos, y con tanto mas cuidado, quanto el agua los tapa á la vista.

Es de mucha conseqüencia hacer con toda prolixidad los carriles y el larguero quando se abre ó cierra la puerta: el corte de estos carriles pide muchísimo cuidado, porque si el larguero no encaxa bien en el rebaxo, las puertas pierden mucha agua, y se gasta sin necesidad.

Los batientes picudos á los quales se ajustan las puertas de inclusa, si están á viva arista suelen esportillarse con los golpes de las hojas. Es necesario cuidar de su conservacion, tapar los portillos con plomo, y quitar, para poner otros, los sillares esportillados, con el fin de precaver el que se pierda agua por los portillos.

La obra de carpintería pide tambien particular atencion. La madera de las puertas ha de ser sana y sin albura, la qual es causa de que la madera se pudra, y cundiendo cada dia mas este daño, destruye en breve toda la puerta. Toda madera de fibra floxa y húmeda debe desecharse, y tambien la que se aserró con su corteza, ó no se descortezó algun tiempo antes de cortarla.

Di-

Es circunstancia esencial de las puertas que su ensamblage sea perfecto; importa que las juntas sean imperceptibles; que los largueros escaseados por donde se juntan las hojas, junten perfectamente desde arriba abaxo; que los largueros de carril, donde están las argollas, encaxen y anden desahogados en los carriles; que las compuertas por donde sale el agua encaxen muy ajustadas en sus bastidores, y no desperdicien agua. No hay necesidrd de que los maderos gruesos estén á viva arista, pero es muy esencial que no tengan albura alguna.

A las puertas nuevas, por la parte que está fuera del agua, se les han de dar muchas manos de pintura al olio hirviendo de color verde ó colorado, breando y calafateando con buena brea la parte que está dentro del agua. La pintura y brea se han de renovar de tres en tres años para conservacion de las puertas y ahorro de agua; este es un punto esencial, por cuyo motivo los directores tendrán repuestos de colores y brea de buena calidad.

El carpintero reconocerá cada año las puertas, clavará listones sobre las rendijas, reforzará las piezas endebles, tapará con mezcla de mortero y ladrillo molido los agugeros de los pasadores, breará los maderos nuevos, y calafateará la puerta del mismo modo que un navío quando está para emprender una larga navegacion. Con todo este cuidado las puertas podrán durar veinte años, quando no duran mas que trece ó catorce, y se ahorrará mucha agua.

Con las compuertas de los alibios se practicará lo mismo que con las puertas de las inclusas.

Todos los hoyos que se hacen á la caida de los alibios, deben cegarse con gruesos trozos de peña, y formarán un piso que resguardará el piso de estas obras, sin cuya precaucion acaso se vendrían abaxo; el piso no estará en su punto de perfeccion, sino quando las piedras estén á nivel de las aguas baxas.

Los aqüeductos piden tambien un reconocimiento conti-

tinuo, para atajar las transpiraciones de los respaldos ó de las paredes de cara y entrada, haciendo profundas aberturas que se repararán con buena mampostería, bien bañada y tapada con sillares. Es del caso manifestar con freqüencia la parte superior ó el trasdos del gallipuente, y echarle una capa de mezcla con puzzolana, que bañe las juntas de su piso y de sus costados, y como esta capa necesita tiempo para secarse antes de volver á introducir agua en el gallipuente, se la debe echar así que empiezan las obras. Finalmente, se ha de guarnecer interiormente la bóveda ó el trasdos, echando sillares nuevos en todos los parages donde faltaren y enfoscándolos al principio de la primavera. Si á pesar de todo esto no se remediaren las filtraciones, será indispensable hacer de nuevo el gallipuente.

Si acaso algun rio se acercare mucho al canal, convendrá apartarle, plantando á trechos de 40 á 50 varas lenguas que formen con la direccion del agua un ángulo de 30 grados con corta diferencia. Estas lenguas se harán de fuertes cañizos, llegando su cumbre al nivel de las aguas mas baxas, sin pasar de allí.

Si detrás de las lenguas se juntare légamo, se plantarán allí sauces muy espesos, impidiendo que el ganado se coma los retoños, y se cortarán cada dos años; no hay otro modo de conservar las tierras que la lengua sujeta. Quando la orilla estuviese quasi cerrada mediante el efecto continuado de las lenguas, se juntarán sus cabezas con un cañizo paralelo á la orilla del rio para seguridad de esta; se plantarán mas allá otras lenguas del mismo modo que las primeras, hasta dar al rio la direccion mas favorable para el canal.

Si las partes por donde el rio dá vuelta fuesen fáciles de roer, se cortarán al traves con muchas estacadas; cada inundacion dexará allí mismo légamo, el qual se asegurará plantando mimbres ó sauces. Pero si todo el cuerpo del agua del rio chocare violento y directamente

con

con alguna parte principal del canal, no habrá mas recurso que hacerle una escarpa, revistiéndola con pared de piedra seca muy inclinada, entregando su cimiento en alguna peña, ó asentándola sobre pilotes armados de tirantes y sombreros con sus tablestacas. De este cimiento de pilotes penderá principalmente la duracion de la pared de piedra seca.

Al dueño del canal le importa mucho comprar quantas tierras pueda entre su canal y los rios inmediatos, á fin de hacer con entera libertad todas las obras necesarias para apartarlos. Le importa tambien comprarlas mas allá de los mismos rios para escusar pleitos con los demás hacendados, riveriegos, á cuyas haciendas perjudicarán tanto mas los rios, quanto mas se los desviare del canal.

Los desperdicios de agua que se ven en los terrazos unas veces proceden de manantiales cercanos, y otras del mismo canal. Para averiguar su origen, es preciso saber quales son los que manan quando el canal está sin agua, porque estos no pueden menos de provenir de manantiales ó arroyos de cuyas aguas se empapan las tierras. Lo que conviene es cegarlos ó encañarlas por una canal de madera ó texa, por rezelo de que humedezcan demasiado las tierras; y de que las aguas del canal se abran camino por las tierras empapadas y sueltas. Pero los desperdicios que vienen del canal deben dar mas cuidado, porque los que son copiosos pueden en una noche abrir un portillo y dexar agotados los trámites. Importa taparlos por la parte interior del canal, agotando el trámite, haciendo en el terrazo una zanja paralela al canal que corte la boca la qual se tapará con mezcla de cal y teja metida muy adentro; y un batido de arcilla maceada cama por cama que llegue hasta mas arriba del agua. Además de este reparo interior, se hará otro por la parte de afuera quando el desperdicio estuviere cerca del desembarcadero del canal, cuyo reparo será una zanja macizada de arcilla y tierra maceada; ó, si fuese necesario, una pared.

Es-

Este es un punto de la mayor importancia que debe llamar toda la atencion de los directores.

Quantas mas precauciones se tomen por medio de muchos desaguaderos para que las aguas sobrantes no abran portillos en los terrazos, tanto mayor seguridad habrá de que no padecerá interrupcion alguna la navegacion. Es, pues, preciso destinar todos los años una suma para estos desaguaderos, haciéndolos cerca de las zanjas de escape de los gallipuentes, para asentar otros, prefiriendo los parages donde las aguas tengan menos caida, con el fin de precaver las socavaciones.

Quando los dueños del canal ó los principales encargados de su administracion hagan sus reconocimientos, irán acompañados del director y del veedor general, del director de cada departamento respectivo, del labrador ó mayordomo encargado de cultivar las márgenes, del hortelano que tenga á su cargo los plantios, del carpintero y maestro de obras que por asiento cuiden de los reparos y del guarda con vandolera. Conviene que el procurador de pleytos asista tambien á la visita, excluyendo á toda persona estraña con el fin de escusar distracciones en una operacion de tanta importancia.

El dueño ó director general del canal llevará consigo un traslado de la visita antecedente, y antes de todo leerá las observaciones hechas y las instrucciones dadas en el discurso del año respecto de cada trámite ó inclusa. Mirará si todo lo mandado se ha puesto por obra; preguntará por que motivos se ha dilatado la construccion de algunas obras, y señalará por que órden se habrán de hacer las de aquel año. Alabará y alentará con premios á los que lo merecieren por su eficacia y puntualidad en executar las órdenes; ninguna disculpa admitirá en punto de escasez de obreros ó materiales, porque la suma diligencia con que deben hacerse los reparos del canal constituye á los directores en la obligacion de disponer con anticipacion todos los medios de cumplir con ella.

Di-

Camino Rl. de Alby

Lers R.

Garona

Real

Villafranche

Tolosa

Dirá y sentenciará difinitivamente todos los recursos; concederá á los riveriegos sus justas peticiones, cortando pleytos, y firmando sobre la marcha la decision, á fin de que el asunto quede terminado para siempre.

Despues de visitadas puntual y escrupulosamente todas las partes del canal, se pasará un tanto de todo lo acordado al director general, quedándose con el original el director que hubiere hecho la visita, y le comunicará á los demás dueños del canal ó cabezas de su administracion, por cuyos votos se acordarán difinitivamente todas las obras propuestas, y decidirán los recursos que se hubieren de hacer al Rey.

DEL CANAL DE LENGUADOC.

309 Despues de los preceptos del arte, nada ilustra tanto el entendimiento como los exemplos; por cuyo motivo en muchas obras doctrinales se hace aplicacion de los principios á casos prácticos, que las mas veces finge el escritor con las circunstancias que le acomodan ó le ocurren. Pero la instruccion de los principiantes, y tambien de los que no lo son, es mas segura siempre que la aplicacion ó manifestacion de las reglas recae en casos verdaderos, donde se ven las mudanzas que tuvo el primer pensamiento del edificio, los motivos por que se hicieron, las dificultades de toda especie que halló y venció el artífice, y daban visos de imposible á la execucion de la obra. Para particularizar estas consideraciones, ciñéndolas á la construccion de canales navegables, ninguno proporciona mas enseñanza, ninguno infunde mas ánimo para despreciar obstáculos, ninguno sugiere mas recursos que el justamente celebrado canal de Lenguadoc. Corre este canal un trecho de 285707 varas castellanas, y sirve de comunicacion entre el Mediterraneo y el Océano; tiene hoy dia de ancho quasi en todas partes 70 pies al nivel del agua, 38 pies en el suelo, y 7 pies de agua

X por

por lo menos, calando los barcos menos de 5 y medio, aunque cargan 100 toneladas.

Por el año de 1664 nombró Luis XIV comisionados que exâminasen el pensamiento del canal: en 1666 se empezó: quedó concluido en 1680, y en 1681 se hizo la prueba de la navegacion. Costó entre todo cerca de 56 millones de reales de aquel tiempo.

Se regula que los reparos necesarios ascienden año con otro á 1200000 reales, y que quedan 2400000 reales año con otro de producto líquido á sus dueños, los descendientes de Riquet.

Motivos de tanto peso nos obligan á dar aquí una noticia individualizada de obra á todos respectos tan memorable; para lo qual 1.° referiremos su historia; 2.° daremos su descripcion; 3.° seguiremos todo el canal desde el Mediterraneo hasta el Garona; lo que nos proporcionará hablar menudamente de sus principales obras.

Historia del Canal de Lenguadoc.

310 Si á un negociante de Bilbao se le ofrece enviar á Barcelona una porcion crecida de géneros, no tiene otro medio sino cargar una embarcacion, la qual para ir á su destino tiene que dar la vuelta á toda España, emprendiendo una navegacion muy costosa y aventurada, aunque tengamos paz con los Berberiscos. Pero si desde algun puerto de Vizcaya ó de la Montaña pudiera encaminarse el barco por algun rio ó canal navegable á su paradero, atravesando, aunque fuera con algun rodeo, las provincias que forman la separacion entre Cataluña y Vizcaya, no solo proporcionaría este arbitrio muchas ventajas á dicho negociante, y le ahorraría muchos sobresaltos, sino que tambien sería de inmensa utilidad para avivar la agricultura y alentar la industria de muchas de nuestras provincias mediterraneas y marítimas.

311 Francia, que tambien tiene provincias en ambos mares, Mediterraneo y Océano, de frutos tan diferentes, falta

ta de un canal de comunicacion entre ellas, no sacaba de la fertilidad de su suelo, ni de la industria y actividad de sus naturales las crecidas ventajas que podia y deseaba. Porque para pasar una embarcacion desde un puerto del Océano á otro del Mediterraneo, ó al reves, tenia que rodear parte de las costas de aquel reyno, todas las de España, pasando el estrecho de Gibraltar, y emprender una travesía de mas de 1200 leguas, expuesta, por tan dilatada, á naufragios y persecuciones de corsarios.

Se hacia por lo mismo necesario un canal navegable que abriese entre ambos mares una comunicacion mas breve y segura, cuya necesidad era tan patente, que desde tiempos muy remotos se habian propuesto varios pensamientos para la construccion de tan importante obra. El que mas aprobacion tuvo por último, fué la construccion de un canal que atravesára la provincia de Lenguadoc desde Tolosa, cuyos muros baña el rio Garona, y vá á morir en el Océano junto á Burdeos, hasta el mar Mediterraneo.

Por causa del dilatado trecho que habia de correr el canal, la penuria aparente de agua, y mas que todo, la dificultad de encaminarla á *Naurouse*, se tenia por imposible la execucion de este pensamiento. Hallóse por fin un hombre capaz de allanar todas las dificultades, y seguir desde el principio hasta el cabo tan grandiosa y atrevida empresa. Por el año de 1660 mandó Luis XIV se le oyese, se conferenciase seriamente con él para ver el aprecio que mereciesen sus ideas.

Lámin. 36.

312 Como desde mucho tiempo se sabia que el suelo de *Naurouse* era la cumbre menos alta entre el mar Mediterraneo y el Océano, era evidente que por allí habia de pasar el canal, en cuyo parage se habian reparado tambien algunos manantiales, bien que cortos, que los unos enviaban sus aguas ácia el Océano, y otros ácia el Mediterraneo. Al un lado se habia reparado el valle de un riachuelo que baxa al rio *Fresquel*, y vá al levante ácia el Mediterraneo; del otro lado el valle del riachuelo *Lers* que muere en el

Lámin. 36. Garona mas abaxo de *Tolosa*, cuyos rios tienen su nacimiento en la cumbre de los dos valles, á algunos centenares de varas uno de otro. Faltaban, pues, solo aguas suficientes y mas altas que este punto para encaminarlas allá, á fin de guiarlas desde allí al Océano ó al Mediterraneo, segun los casos. Con esta mira fue muchas veces á pasearse Riquet á la *Montaña negra*, desde la qual corrian muchos riachuelos, que tenian sus vertientes á la derecha y á la izquierda de dicha montaña.

313 Reconoció Riquet que cortando el curso de un rio llamado *Alzau*, en un parage que llaman *Cals*, se podrian encaminar sus aguas por una zanja cuyo rumbo mandó nivelar, la qual las encaminaría junto al Pueblo de *Campmazes*, y reconoció tambien que al pie de la montaña, en la llanada de *Revel*, se podria desviar el rio *Sor* por una zanja desde *Revel* hasta *Naurouse*: echó de ver que en la zanja de la montaña podian introducirse facilmente, en diferentes parages de su curso, las aguas de muchos arroyos como *Alzau*, *Bernassonne*, *Lampy*, *Lampillon*, *Rieutor* ó *Riotor*: que en un parage llamado *Conquet*, enfrente del valle de *Durfort*; podria verter la zanja sus aguas en el rio *Sor*, prosiguiendo por el término y la montaña de *Campmazes* para mezclar sus aguas con las del rio *Laudot*, é ir á llenar un repuesto que se hiciese en la parte alta del valle de *Vaudreuil*, en el parage llamado *San Ferriol*: finalmente, que desde este repuesto las aguas podrian pasar á la parte baxa del valle de *Vaudreuil*, y encaminarse á la zanja que guiase las aguas del *Sor* hasta *Revel*, cuya union podria hacerse en el sitio llamado *las Tounmazes*.

El asunto de mayor importancia para Riquet era recoger estas aguas en el punto de reparto; y buscó mucho tiempo como podria encaminarlas allá en mucha cantidad, para desde allí enviarlas todas juntas al rio *Garona*.

314 Tres modos le ocurrieron de conseguirlo, los quales le tenian muy perplexo, por ser todos igualmente practicables.

El

El primero era abrir un canal de navegacion desde el punto de reparto hasta el rio *Agout*, haciéndole tambien navegable, hasta la punta de *San Sulpice*, donde desagua en el *Tarn*, cuyo rio desde allí es navegable hasta el *Garona*, con el qual se junta junto á *Moissac*. Pero como estos rios experimentan crecidas inundaciones, y es á mas de esto muy penosa su navegacion, especialmente agua arriba, desechó Riquet este medio. Le pareció (y este fué el segundo medio que le ocurrió) que mejor sería abrir un canal desde el punto de reparto, hasta el arroyo de *Giroult* que muere en el *Lers*, y hacer navegables ambos arroyos hasta el *Garona*, con cuyas aguas junta el *Lers* las suyas tres leguas mas abaxo de *Tolosa*.

Lámin. 36.

El tercer medio, el que prefirió á los demas, era romper un canal desde el mismo punto de reparto, y guiarle, desviado de los arroyos de *Giroult* y *Lers*., hasta el *Garona* cerca de *Tolosa*, y hasta las tapias de la misma Ciudad.

315 Por lo que toca al encaminar las mismas aguas desde el punto de reparto ácia el Mediterraneo hasta la *Robine de Narbona*, su intento fué abrir un canal hasta el rio *Fresquel*, haciendo este navegable, igualmente que el rio *Aude*, con el qual se junta, y proseguir por la *Robine* hasta el mar. Sin embargo, al tiempo de poner por obra este pensamiento, le alteró algun tanto Riquet: parecióle mejor no echar mano de estos dos rios por ser desigual é incierta su navegacion. En el año de 1662 comunicó Riquet su plan al Arzobispo de Tolosa, á quien pareció desde luego vastisimo y quasi imposible: no obstante, quiso el Prelado enterarse y reconocer los parages acompañado del Obispo de *San Papoul*. Acompañó Riquet á los dos Prelados, les explicó en los sitios correspondientes sus medios, satisfizo todos sus reparos, y finalmente les probó la posibilidad de la execucion.

316 En virtud de este reconocimiento, el plan de Riquet, despues de muy pensado, conferenciado y expuesto con claridad, se presentó á Colbert, Ministro que era de Hacienda, quien quedó arrebatado de admiracion. Pero el

Lám. min. 36.

mal éxîto de las antiguas tentativas le tenian algo desconfiado; y por no empeñarse sin la seguridad de salir ayroso, nombró comisionados para que reconociesen si era asequible la empresa, y se mandó á la Provincia de Lenguadoc nombrase otros.

317 Los comisionados que la provincia nombró fueron algunos de sus Prelados, muchos individuos de su principal nobleza, los procuradores de la misma provincia y de sus ciudades principales, &c. El encargo de estos comisionados era hacer con los del Rey la verificacion expresada.

Empezó la visita el dia 8 de Noviembre de 1664 fuera de la puerta llamada del *Basacle*; al norte de *Tolosa*, y quedó concluida en *Beziers* el dia 17 de Enero de 1665.

Los comisionados llevaron consigo hombres peritos en la nivelacion, agrimensores, maestros de obras y otros artífices, los quales, á medida que los comisionados hacian el reconocimiento encargado, iban formando los avances y el plan de la obra. Hecha relacion de todo á los Estados de la provincia por el Arzobispo de Tolosa su presidente, se rogó á este Prelado diese cuenta al Rey de lo executado por la comision; y los comisionados por el Rey encargaron al Intendente de la provincia llevase á la Corte el plan y el avance.

318 Una vez reconocida la posibilidad del canal, y visto que se podian encaminar al punto de reparto las aguas de la *Montaña negra*, se tuvieron estas por suficientes para abastecer el canal ocho meses del año. Pero considerando muy por menor el asunto, no dexaban de ofrecerse dificultades, siendo el gasto inmenso la que mas espantaba.

No se encontraban obstáculos de consideracion que pudiesen impedir encaminar estas aguas desde *Naurouse* donde estaba el punto de reparto hasta el *Garona*, guiándolas por junto á *Tolosa*, y desde el mismo punto de distribucion hasta el rio *Aude*; pero la madre de este rio era de tan mala calidad, que no era facil hacerle navegable. Se tuvo, pues, por mas acertado romper un canal á su lado, y sa-

car

car del rio el agua que aquel necesitase, para encaminarla al principio de la *Robina de Narbona*, que iba á parar al *Grau de la Nouvelle*. Conceptuaron los comisionados que con romper un canal desde la *Robina* á la *Franquie*, se tendria un puerto seguro para las embarcaciones. Lámin. 36.

Pero Riquet hizo reparar á los comisionados que, con atravesar la *Robina de Narbona* en su principio, sería facil proseguir el nuevo canal hasta el estanque de *Vendres*, y abrir entre este y el estanque de *Thau* un canal de comunicacion, alimentándole con las aguas de los rios de *Beziers* y *Aude*.

La dificultad que mas espantaba á los comisionados era el gasto inmenso que, en su concepto, habia de ocasionar el recoger las aguas de la *Montaña negra*, la edificacion de los diques para encaminarlas á *Naurouse*, y de los depósitos, estanques ó repuestos. Riquet propuso al Ministerio encargarse á sus expensas de esta parte dificultosa, sin ninguna ayuda de costa, hasta manifestar patente é incontrastablemente, por medio de una zanja, ser posible guiar las aguas de los rios de la *Montaña negra* hasta *Naurouse* donde estaba el punto de distribucion. Propuso tambien que si la prueba saliese mal, todos los gastos fuesen de su cuenta, sin que el Rey le diese socorro alguno. Bastaban sin duda alguna estas proposiciones para allanar todos los obstáculos: las hacia un hombre acreditado, rico y entendido.

319 Así que se presentó á Luis XIV el informe de los comisionados, se dió orden á Riquet de mandar abrir, con inspeccion de los Intendentes de Lenguadoc, las zanjas necesarias para el declivio y conduccion de las aguas, encargándole cuidase de las obras, y zelase que todo se hiciese con diligencia y perfeccion.

Pero como las aguas no podian guiarse por estas zanjas sin pasar por las heredades de varios particulares, se dió una orden que prohibia, só pena corporal, á toda clase de personas poner embarazo ni impedimento á las obras.

Para esta prueba hizo Riquet abrir por Julio de 1665 un

Lámin. 36. un canal en forma de zanja en los mismos parages donde se habian de romper las zanjas que habian de recoger las aguas para abasto del canal. La zanja se abrió con singular destreza, y remató con igual fortuna, bien que en un pais escabroso, sembrado de peñascos y precipicios; se hubiera concluido por Septiembre del mismo año, á no haber llovido con abundancia por mas de quince dias á principios del expresado mes, por lo que no se acabó hasta Octubre siguiente.

Este fué un triunfo para Riquet. Todos quedaron admirados al ver que podia encaminar las aguas de la *Montaña negra* por un rumbo muy diferente del que seguian naturalmente, y que con recogerlas en *Naurouse* para repartirlas á su arbitrio afianzaba el logro de su intento.

Por el mes de Noviembre del mismo año de 1665 los Intendentes de Lenguadoc fueron á reconocer la zanja que Riquet acababa de romper desde la *Montaña negra* hasta *Naurouse*.

320 En virtud de este reconocimiento, y del informe que se envió al Ministerio del buen éxîto de esta prueba, quedó persuadido el Rey á que era posible romper un canal de comunicacion entre los dos mares, y mandó al Caballero de Clerville, Comisario general de las fortificaciones de Francia, formase un avance puntual de quanto fuese preciso hacer para la entera execucion de esta obra.

En el mes de Diciembre siguiente se formó de orden de los Intendentes de Lenguadoc una relacion particular y un plan geométrico de la zanja, y de los parages por donde corria, en cuya relacion se hablaba con alguna individualidad de la naturaleza del terreno. Su autor aseguraba que no hablaba estimulado de la envidia, pero le parecia muy dificultoso que las aguas de la *Montaña negra*, medidas por él en el mes de Agosto último, y que habia hallado poco abundantes, pudiesen andar tanto trecho para llegar á *Naurouse*, particularmente en verano, por un terreno tan malo y tan escarpado en muchos parages, sin que en la travesía se perdiese por lo menos un tercio.

El

El remedio que proponia á este inconveniente, era desechar las aguas de la *Montaña negra*, y echar mano de los arroyos de la llanura, las quales eran á su parecer muy abundantes, aun en las estaciones mas secas, con lo que se minoraría mucho el gasto. Este expediente le proponia por lo que le habian asegurado muchos sugetos del pais; pero hoy dia se vé á las claras que se equivocaban.

Lámin. 36.

Luego que se vió á no poderlo dudar, que servia para el intento la zanja de derivacion, se acordó que se rompiera el canal, pero solo desde el *Garona* hasta el rio *Aude*, y que tocante á lo demas se sobreyese, hasta que el tiempo diese á conocer si se le habia de encaminar al mar ó por el estanque de *Thau*, ó por el canal de *Sigean*; sobre cuyo punto no era posible determinar hasta ver el paradero de las obras que de orden del Rey se estaban haciendo en el Puerto de *Cette*.

No estaba dererminada todavía la salida ó el desaguadero que se le habia de dar al canal del lado del Mediterraneo. Porque el rio *Aude* no habia llevado hasta entonces mas que madera, y ningun barco sino desde *Narbona*: tampoco desagua en el mar, decia un Ingeniero, sino por el estanque de *Bages* y de *Vendres*, y por parages donde la rada es tan baxa, que, hablando con verdad, no es mas que una playa, donde no es posible hacer un puerto. Si se tira mas abaxo ácia el Rosellon, no se encuentra boca alguna, solo hay el puerto de la *Nouvelle*, de tan corta consideracion, que no concurren mas que pescadores. Tomando por mas arriba del rio *Aude*, hay el desaguadero del rio *Orb*, pero enteramente inutil, porque en aquel parage el mar es una verdadera playa: mas arriba está la boca del rio *Herault*, mas abaxo de la ciudad de *Agde*, donde huvo antiguamente un muelle que proporcionaba un puerto bastante bueno. Pero por falta de cuidado, y por la mucha arena que habia acudido, quedaba reducido á no admitir mas que barquichuelos. No quedaba, pues, para desembocadero del canal mas que el cabo de *Cette*, donde habia es-

Fig. esperanzas de hacerse un puerto bueno, mediante las obras que de orden del Rey se estaban haciendo, en las quales trabajaban á la sazon mas de mil hombres.

Descripcion del canal.

321 En el año de 1769 se formó el mapa topográfico del canal, por una escala de 3 lineas y media por cada 7 pies; y segun las mediciones que entonces se executaron, consta y ya queda dicho, que desde la inclusa del *Garona* en *Tolosa* hasta su desaguadero en el estanque de *Tau* el canal coge 285707 varas castellanas.

Su ancho, quasi en todas partes, es de 70 pies á flor de agua, de 38 pies en su suelo, la altura del agua es de 7 pies por lo menos en toda su extension: los barcos calan menos de 5 pies y medio, aunque cargan 100 toneladas.

A lo largo de las orillas del canal hay caminos que sirven de anden, el uno tiene 10 pies 6 pulg. de ancho, y el otro 7 pies; pero las riberas del canal, inclusos los andenes, cogen como unos 42 pies de cada lado, y en estas riberas se echan las tierras procedentes de la limpia del canal.

48. Aquí demostramos el perfil del canal y de las partes adyacentes segun la forma que tiene hoy dia en toda su extension. Las bermas interiores están plantadas de lirios para resguardarlas de los embates de las olas, lo que junta con la utilidad la buena vista.

Los glacis ó escarpas de adentro y fuera están plantadas de céspedes. Los andenes *C* de mas arriba del primer glacis interior llevan su cama de grava para comodidad de las caballerías. Los dos terraplenes *B* entremedias de los árboles, se cultivan segun la calidad de la tierra: finalmente, mas allá se vén los fosos exteriores *A* que, á manera de canales, reciben las aguas llovedizas, y las encaminan á los aqüeductos. Los árboles plantados en las riberas son fresnos y chopos de Lombardia.

Al principio se le dieron al canal 65 pies 4 pulg. por ar-

arriba, y 35 pies en su suelo; pero en el año de 1671 se tuvo por conveniente darle mas escarpa, con el fin de precaver mejor el derrumbamiento de las tierras, por cuyo motivo se le dieron 79 pies y hasta 105 pies de ancho por arriba, y 49 ó 56 pies de escarpa; pero la experiencia ha manifestado que con menos basta.

322 Las inclusas son sin duda alguna la parte principal del canal. Entre las primeras que se hicieron antes de 1671, desde *Naurouse* hasta *Tolosa*, una se desgració, ó porque se echaron demasiado las tierras sobre sus espolones, ó porque no eran bastante profundos los cimientos, ó porque siendo demasiada la caida, fuesen demasiado altas las paredes. Empeñado Riquet en precaver para lo succesivo esta contingencia, mandó derribar todas las inclusas y edificar otras con nuevas precauciones, y dar á cada una menos caida, aumentando su número, ó haciéndolas dobles donde antes no habia sino una cámara.

323 Desde el un extremo del canal al otro hay 62 inclusas, que entre todas componen 101 cuencos. La altura media de su caida es de 9 pies 6 lineas; pero hay inclusas cuya caida es de 5 pies 10 pulg. y la de otras es de 14 pies. Acia los respaldos que están mas allá de las puertas picudas tienen estas inclusas 21 pies ó 22 pies 2 pulg. de luz. El pico es de unos 5 pies 10 pulgadas en un ancho de 21 pies. A las puertas se siguen los respaldos de fábrica largos 10 pies 6 pulg. Desde aquí el cuenco se vá ensanchando á manera de óvalo, el qual en medio coge 18 pies 8 pulg. mas, ó 39 pies 10 pulg. de ancho en un largo de 105 pies. Finalmente, los espolones tienen 10 pies 1 pulg. mas de ancho; por manera que el cuenco de una inclusa coge de largo entre todo, desde la una puerta á la otra, 126 pies castellanos, sin contar las partes exteriores ó los respaldos que hay mas allá de las puertas.

Para dar bien á entender la disposicion de estas obras, nos pondremos en el punto mas alto, y en el parage del canal donde las aguas están detenidas entre las dos inclusas

sas mas altas. La que está del lado del Océano se llama inclusa de *Monferran*, é inclusa del *Médico* la que está del lado del Mediterraneo. Esta porcion del canal debe considerarse como un espacioso estanque que suministra el agua necesaria para la comunicacion de los dos mares, porque con el auxîlio de estas dos inclusas se reparte á sus dos ramos el agua que le ha de alimentar. Ahora bien; el que quiere navegar ácia el Océano, esto es, hasta el *Garona*, entra en la inclusa de *Monferran*, cuyas aguas se vierten hasta el nivel del trámite inferior, y pasa, unos despues de otros, 17 grupos de inclusas hasta llegar al nivel de las aguas del Garona, el qual es 73 varas 2 pies 4 pulg. 6 lineas mas baxo que el punto de reparto. El que quiera navegar ácia el Mediterraneo entra en la inclusa del *Médico*, desde la qual baxa desde un nivel á otro, ó de trámite en trámite, por medio de 45 grupos de inclusas, hasta el nivel de la laguna de *Thau*, cuyas aguas están 237 varas 4 pulg. 6 lineas mas baxas que el punto de reparto. Hay, pues, 237 varas 4 pulg. 6 lin. de desnivel desde el punto de reparto hasta la laguna de *Thau*, y 73 varas 2 pies 4 pulg. 6 lineas desde el mismo punto hasta el *Garona*.

324 Luego en un trecho de 122 millas (*a*) hay 101 cuencos ó cámaras de inclusa: uno para comunicacion del estanque de *Thau* con el rio *Herault*, mas arriba del molino de *Agde*: despues la inclusa redonda de *Agde*, y 73 inclusas mas para subir desde el puerto de *Agde* hasta el estanque de *Naurouse*, cuya elevacion es de 710 pies: hay otros 26 cuencos de inclusa para baxar 218 pies 2 pulg. hasta el *Garona*, un poco mas abaxo de *Tolosa*.

325 Sobre el canal se han construido 92 puentes para continuar los caminos reales de traviesa; y como por debaxo del mismo canal corren 55 rios, ha sido preciso construir otros tantos gallipuentes.

Al

(*a*) El canal coge de largo 61 leguas de posta de Francia, que cada una tiene unas 4684 varas castellanas; y como dos millas componen una de estas leguas, una milla coge 2342 varas.

Al principio no hubo mas que tres gallipuentes, el principal para salvar el rio *Repudre*, y los otros dos para salvar los arroyos de *Jouarre* y de *Marseillete*: hoy dia los gallipuentes son 55, porque los demas se han ido haciendo poco á poco, y se están haciendo todavia otros para salvar los rios cuyas aguas se recibian antes en el canal, y no servian mas que de enarenarle. Por mucho tiempo se han procurado suplir estos gallipuentes con desaguaderos ó compuertas, cuyo destino era dar paso á las aguas y arenas; pero se ha visto patentemente que los gallipuentes son mucho mas acomodados, y por lo mismo que lo mas seguro es dar paso á los rios por debaxo del canal, que no aprovechar sus aguas en beneficio de este, á no ser que sean sumamente claras.

326 Hay igualmente en todo el canal 150 calas de fábrica. Cala se llama una alberca de unos 28 á 35 pies en quadro y de 8 pies 2 pulg. á 9 pies 2 pulg. de profundidad que se hacen en las orillas del canal para recibir y atajar las arenas y porquerías de las aguas de los torrentes y los fosos, las quales en llegando á rebosar entran en el canal, con lo que entran en este aquellas aguas purificadas y claras. Estas albercas hechas en la parte superior al canal en la madre de un torrente minoran la velocidad de sus aguas mediante una obra de fábrica que llevan: se llenan muy pronto de cieno y légamo: así que se acaban las lluvias, se cava ó limpia el suelo de las calas, á fin de que detengan las arenas y porquerías que llevan las aguas de los torrentes, cuyas porquerías no podrian menos de cegar la madre del canal. Sin embargo, las mas de las veces no bastan las calas para atajar todo el cieno que los torrentes acarrean en las tempestades recias, por lo que, mas cuenta tienen los aqüeductos que franquean paso á las aguas y al cieno.

Esta es la cala de *Touret* distante 700 varas del *Somail* y 38 millas de la boca del canal. Está sobre el rio *R*, el qual entra en el canal *GH*, despues de dexar sus arenas en la cala *P*, cuyo alzado vá figurado en *S*, qual se vería desde el canal si estuviese abierta. Las calas son tan necesarias, que de

Fig. 49. 50.

de contino se están haciendo en el canal de Lenguadóc, y en el año de 1778 se trataba de hacer diez mas para recibir las aguas llovedizas que le perjudican muchísimo.

327 Se han hecho tambien á lo largo del canal escurrideros, que vienen á ser unos portillos con su puente en la direccion de la orilla del canal, por los quales rebosan ó salen las aguas superfluas, las quales van á parar á contracanales, que los guian á los aqüeductos mas cercanos, ó á los rios menos apartados. Estas obras mantienen constantemente á un nivel las aguas del canal, sin interrumpir el anden de sus riveras, el qual por su medio no sufre ninguna interrupcion. Solo en el trámite de *Portiragne* hay 21 desaguaderos.

328 Hay tambien desaguaderos de suelo ó escurrideros que arrojan ó vierten mucha agua quando se alzan sus compuertas, cuya descripcion se dará mas adelante.

329 Hay muchos trozos del canal abiertos en peña viva. Se saca la cuenta de haberse vaciado para romperle 79398 varas cúbicas de peña, y 3222222 varas cúbicas de tierra ó toba. Junto á *Beziers* pasa el canal por debaxo de la montaña del *Malpas* en un trecho de 165 varas, de cuya obra se dará despues muy individual noticia. Vá costeando el rio *Aude* en un trecho de unas 24 millas, siendo causa esta proxîmidad de muchas socavaciones y reparos, porque dicho rio sale de madre con exceso, sin embargo de haberse hecho el canal mas alto que las aguas mas altas del rio.

330 En algunos escritores se lee que el canal atraviesa el *Aude* en dos partes. Así lo propuso con efecto Riquet en su primer pensamiento, pero le mudó en este punto como en otros muchos. Con mas razon abandonó el pensamiento, que tambien tuvo, de hacer navegable el rio *Aude*, por ser este rio muy desigual, muy pobre en algunos tiempos, muy caudaloso en otros, y entonces muy rápido para navegarle agua arriba. Un canal hecho con tanto conocimiento y artificio como este, es infinitamente mejor que qualquier rio, sea el que fuere. Lo propio digo del rio *Lers* del lado de *Tolosa*.

Una

331 Una de las mayores dificultades de esta obra era tener, aun en verano, aguas mas altas que la cumbre del canal, y que el estanque de *Naurouse*: tambien fué este el punto donde lució Riquet su inteligencia, su eficacia y su paciencia.

Lám. 36.

Diez millas al norte del canal se han tomado en la *Montaña negra* todas las aguas mas altas que su nivel, para guiarlas por dos zanjas que vienen á ser dos ramales de una misma; es á saber, la zanja de la montaña que guia muchos arroyos al rio *Sor*, y la zanja de la llanura que desde el rio *Sor* cerca de la villa de *Revel* vá à morir al estanque de *Naurouse*.

La zanja de la montaña empieza 10 millas al nordeste de la ciudad de *San Papoul* en el riachuelo de *Alzau*, cuyas aguas se detienen en el parage llamado *socorro de Alzau* cerca de *Lacombe* en el bosque de *Ramondens*: tiene esta zanja cerca de unos 12 pies castellanos de ancho, y 3 pies y medio de agua que corre con bastante rapidez. En la zanja entran desde luego los arroyos de *Comberouge* y de *Coudiere*, despues el rio de *Bernassonne* 2 millas lexos de *Alzau*, y últimamente, otro arroyo del mismo nombre; corre despues la zanja por peña viva en un trecho de mas de 1714 varas, cuya tercera parte está hecha con grandes escarpas por parages que antes eran precipicios.

Dos millas mas lexos entra en la zanja de la montaña el arroyo de *Lampy*, siguiendo una madre de 3138 varas abierta en peña viva, y atravesando un lomo de montaña, el qual fué forzoso romper hasta la profundidad de 18 varas 2 pies y en un trecho de 186 varas 2 pies: entran despues el *Lampillon*, el arroyo de la *Catete* y de *Rieutort*. En estos últimos tiempos se ha propuesto hacer un estanque en el parage donde se toma el agua de *Lampy*, donde habrá un repuesto de agua para quando se hagan reparos en el estanque de *San Papoul*, y para guiarla al canal de *Narbone*. Los tres socorros de *Alzau*, *Bernassonne* y *Lampy* nunca jamas se apuran, y lo mas del tiempo no se apro-

ve-

vecha sino parte de sus aguas en beneficio del canal. Todos estos tres arroyos iban antes al Mediterraneo, pero el dia de hoy van indistintamente á ambos mares. Todas estas aguas van á juntarse en el estanque de *San-Ferriol* guiadas por una zanja de 20 millas de largo, abierta 857 varas en peña viva, sin contar muchos cerros que ha sido forzoso romper, y muchas calzadas de fábrica muy sólida que fué preciso construir. Despues de dado á conocer este primer camino de las aguas, hablaremos ahora del segundo que se les abrió desde el desaguadero de *Conquet* ácia *Naurouse*. Las aguas se mantienen á un nivel muy alto en la montaña, atravesando el estanque de *San Ferriol*, y por la madre del rio *Laudot* ván á parar al parage donde la zanja remata en el *Sor*: desde allí corren todas juntas, y toma la zanja el nombre de *zanja de la llanura*. Al rio *Sor* se le ataja entre *Sorese* y *Revel* con la calzada del *Pont Crouset* hecha de intento entre estos dos pueblos, con el fin de formar un canal de 14 pies de basa que lleva por lo menos 3 pies y medio de agua: pasando este canal un poco mas arriba de *Revel*, junto á cuyo pueblo se habia hecho un puerto de poca extension, llamado *Puerto Luis*, distante 3033 varas del *Pont Crouset*.

332 En el *Port Luis* junto á *Revel* es donde empieza verdaderamente la zanja de la llanura, porque la parte de mas arriba hasta el *Pont Crouset* estaba abierta ya antes de la construccion del canal, y servia de cauce á unos molinos antiguos. Corre baxando esta zanja un trecho de 9520 varas sin recibir mas agua hasta las *Toumazes*, en la casa ú obra de *Laudot*, donde despues de juntársele el arroyo del mismo nombre, prosigue 31033 varas hasta *Naurouse*, esto es hasta el punto de reparto. Solo 3 millas lexos de la casa de *Laudot* se halla el arroyo de *San Felix* que atraviesa el canal, y pasando por un gallipuente vá á morir en el *Fresquel*.

Los rios y arroyos de que acabamos de hacer mencion daban lo mas del año un cuerpo de agua mucho mayor que el que se necesitaba para la navegacion; pero se temió con fun-

fundamento que estos manantiales fuesen insuficientes en tiempos de seca, especialmente quando despues de agotar parte del canal para limpiarle ó cavarle por los meses de Agosto y Septiembre, fuese necesario reponer despues todas las aguas que por precision se hubiesen desperdiciado.

333 Con este fin se construyó en *San Ferriol* un estanque muy capaz de guardar las aguas superfluas del rio *Laudot* en invierno y en la primavera, para aprovecharlas á fines del verano ó en otoño. Pero poco despues de construido el estanque ó depósito de *San Ferriol*, manifestó la experiencia que el arroyo de *Laudot* no daba bastante agua para llenarle, y que la mayor parte de las aguas que la zanja de la montaña vertia por invierno en el rio *Sor* en *Conquet* eran superfluas; se pensó por lo mismo en aprovecharlas encaminándolas al depósito. Pero como la boca inferior de la zanja junto á *Conquet* fuese mucho mas alta que el estanque de *San Ferriol*, y el cerro de *Campmazes* cerrase el paso, se originaba de aquí una grandísima dificultad.

Yá le habia ocurrido á Riquet, al formar el pensamiento del canal, guiar las aguas de la montaña al estanque de *San Ferriol*; y quando el Mariscal de Vauban fué de orden del Rey en 1686 á reconocer el canal, conoció por experiencia quan necesaria era la execucion de este pensamiento, y mandó ponerle por obra. Mandó, pues, abrir desde *Conquet* hasta el cerro de *Campmazes* una zanja de 8554 varas de largo, la qual se continuó en el mismo cerro un trecho de 280 varas, parte al raso, parte por debaxo del mismo cerro, donde mandó labrar una bóveda de sillería de 3 pies y medio de luz, en un trecho de algo mas de 146 varas. Las aguas de la zanja prosiguen su rumbo por debaxo de esta bóveda, para precipitarse, á muy corta distancia de su extremo, por una cascada de 29 pies 2 pulg. en la madre del *Laudot*, y desde allí ván á parar al estanque de *San Ferriol*, 3 millas mas lexos, desde donde ván á juntarse en la zanja de la llanura.

334 Dexamos dicho como en la zanja de la llanura, la

Fig. qual empieza desde cerca de *Revel*, una milla al norte de *San Ferriol*, se juntan en las *Toumazes* las aguas del arroyo de *Laudot* y de la zanja de la montaña 8633 varas y media mas abaxo de *San Ferriol*. Como la reunion de estas aguas, quando vienen crecidas, podia perjudicar mucho á la zanja de la llanura, abierta en medio de la ladera, que queda desde las *Toumazes* hasta *Naurouse*, se procuró precaver los portillos que las aguas estrañas pudiesen abrir en sus orillas, cerrando la zanja con una puerta picuda mas abaxo del desembocadero del *Laudot*; con este artificio todas las aguas superfluas se vacian en la parte del *Laudot* inferior á la zanja, para cuyo fin hay un desaguadero y tres escurrideros.

Mas arriba de las *Toumazes*, en el parage donde el arroyuelo de *San Felix* atraviesa la zanja de la llanura, habia otro desaguadero; pero despues se hicieron en el arroyo de *San Felix* y el de *Fondret* dos puentes de madera con parapetos altos, cuyo destino era recibir las aguas de estos dos torrentes en tiempos de tempestad, y guiarlas mas allá de la zanja; proporcionando esta providencia las dos ventajas, es á saber que la zanja yá no puede salir de madre, ni dichas aguas la pueden encenagar.

Aqui vá figurado el aqüeducto de madera (Lám.37) hecho sobre la zanja de la llanura, por el qual pasa el arroyo de *San Felix*.

51. *AA*, zanja; *B*, arroyo; *C*, aqüeducto.

El trecho que cogen todas juntas las zanjas abiertas á mano para guiar las aguas á *Naurouse*, es de 70140 varas; es á saber, 29120 en la montaña desde donde se toma el agua hasta el salto de los *Campmazes*; y 41020 varas desde el *Port Luis* cerca de *Revel*, hasta *Naurouse*, sin contar el trecho donde se ha echado mano del *Sor* y del *Laudot* para guiar las aguas desde la montaña hasta el *Pont Crouzet* del lado del norte, y hasta la casa de *Laudot* del lado del mediodia, atravesando el estanque de *San Ferriol*.

Hablando con verdad, no hay mas de 17 millas en linea recta desde el socorro de *Alzau* hasta el estanque de *Nau-*

Fig. 48.

C B A

13 14 15 toises

90 100 pieds

Fig. 50.

G S H

Fig. 51.

B C A A



Naurouse en el canal; pero el trecho que cogen las zanjas es doblado y aun mas por causa de los dos ramales, y de los recodos por donde ha sido forzoso dirigirlos para pasar los collados de altura adequada á fin de guiar las aguas á su paradero.

335 Segun el pensamiento de Riquet, las zanjas, cuyo destino era encaminar las aguas de *San Ferriol* al punto de reparto, no habian de ser mas que zanjas de guia. Pero deseando hacer mas util una obra que tan á pechos habia tomado, determinó ensanchar la zanja de la llanura y hacerla navegable; con cuya mira mandó se le diesen 14 pies de suelo, y 28 de boca, se le construyesen 24 inclusas, y le sirvió para llevar materiales á *Naurouse*.

336 Pero esta navegacion no se verificó por entonces: acreditó la experiencia que no podia ser continuada sin detener el agua mas arriba de las inclusas, lo que no podia menos de perjudicar á la navegacion del canal, porque habia de dexar la zanja de suministrarle toda el agua que necesitase, y en muchas ocasiones hubiera sido preciso desperdiciar por desaguaderos mucha cantidad. Obligado de tan poderosos motivos desistió Riquet del pensamiento de hacer navegable la zanja, ciñendose á darle quanta anchura requería la navegacion del canal.

Sin embargo la villa de *Revel* ha solicitado desde entonces muchas veces que se promoviese la navegacion de la zanja, ó rio de la llanura, desde *Revel* hasta *Naurouse*, para el acarreo del trigo que dicha llanura dá con abundancia, forrage, madera, y otros frutos, y para sacar vinos del Lenguadoc baxo, que *Revel*, *Castres*, &c. necesitan, y no le pueden llevar allá desde el canal sino por caminos lo mas del tiempo muy dificultosos, y aun intransitables quando vienen las primeras lluvias. Acia el año de 1705 un particular llamado *Laval* emprendió poner otra vez corriente esta navegacion, y lo logró con barquichuelos de porte de 150 quintales de trigo; pero como el gasto excediese el beneficio, paró otra vez en 1725. Entonces los dueños del canal determinaron hacer á su costa las obras necesarias para

perfeccionar esta navegacion; hicieron con efecto navegable la zanja, en la qual mandaron construir las inclusas necesarias. Pero conocieron igualmente por sí los inconvenientes de las detenciones de agua indispensables para esta navegacion, la qual suspendia el curso de las aguas del estanque grande ácia el punto de reparto; temian tambien que con ensanchar la zanja se diese lugar á trasporaciones, las quales causarian mucho desperdicio de agua; y reparando finalmente que la navegacion de la zanja no era tanta como se habia publicado, la abandonaron, sin que hasta ahora nadie se haya quexado.

337 Parece en general que esta navegacion estaría ceñida á sola la llanura de *Revel*, si el camino de *Castres* y de *Lavaur* á *Revel* quedase imperfecto, y seria muy incómoda por el rodeo de la zanja que los barcos tendrian precision de navegar un trecho de siete leguas, y dos de canal desde *Revel* á *Castelnaudarry*, quando en derechura no hay mas de tres leguas por una hermosa calzada que la provincia ha mandado construir á su costa. Por otra parte, esta navegacion no podria menos de parar siempre que se hiciese obra en el canal, ó en el estanque, y pudiese recelarse escasez de agua en el canal. Por lo mismo que sería incierta, no traería mucho beneficio al comercio, y sería muy de temer que perturbase el orden de la distribucion de las aguas, destino principal de dicha zanja. Lo que no tiene duda es que no podria ponerse en manos de dueños estraños sin poner la navegacion del canal al riesgo de los mas graves inconvenientes, cuya seguridad y duracion en beneficio del comercio estriba en estar todas sus partes á la disposicion de una sola y misma mano.

338 El estanque de *San Ferriol* está al mediodia de la ciudad de *Revel*, y á 3500 varas, y 7 millas, contadas en linea recta, de *Castelnaudarry*. Está en el parage donde el valle por donde corre el arroyo de *Laudot* se angosta mas, mas abaxo de un parage bastante ancho; y desde el uno de los dos collados que le ciñen al otro se ha fabricado un enor-

enorme paredon de 933 varas 1 pie de largo, y 116 pies 8 pulgadas de alto, fortificado de cada lado de un terraplen apeado su pie por otra pared mas baxa y mas corta que no el del medio. La forma del estanque es irregular, del mismo modo que los collados que le ciñen; su largo medio es de 1866 varas 2 pies, y su ancho junto á la calzada de 933 varas 1 pie: se asegura que caben en él 11433333 varas cúbicas de agua, mas de la que cabe en todo el canal, la qual se regula, quando está todo lleno, en 9489666 varas cúbicas.

Fig.

La calzada que cierra el valle de Laudot, y forma el estanque de San Ferriol, es una obra inmensa; por la descripcion que se hizo en 1671 de estas obras, consta que dicha calzada tenia 142 varas 1 pie de grueso, y habia de tener 58 varas 1 pie de alto, y 1166 varas 2 pies de largo para irse á juntar de cada lado con los extremos de las dos montañas.

" Pero antes de darle todo este alto, y todo el largo dicho, se quiere hacer (decia Froidour) una prueba, y ver hasta donde subirá con corta diferencia, la cantidad de agua que se necesitará, y qual será el efecto de la que se lleva ánimo de reservar, á fin de dar á la obra, despues de hecha esta prueba, mas ó menos de alto y largo, segun lo manifieste la necesidad. La basa de esta grande obra es un cuerpo sólido de mampostería, fundado y empotrado por todos lados en la peña. No tiene mas que un corto vano por debaxo á manera de bóveda y al piso del suelo, para que dé paso al agua del estanque; cuyo vano tiene 10 pies y medio de ancho, por 14 de alto, y 219 varas 1 pie de largo, en linea curva, porque se ha querido seguir la direccion del curso del Laudot que corre por el valle, con la mira de que pasando el agua por una madre que le es natural, no padezca violencia, y no haga estrago alguno. Sobre este cuerpo de fábrica, algunas varas mas alto que la bóveda ó aqüeducto, se ha levantado un grueso paredon, que empieza desde la cabeza del dique, y vá en linea recta hasta el pie. En el grueso de este paredon hay otra bóveda á manera de ga-

lería, cuya entrada, la qual está ácia el pie de la calzada, es del mismo alto y ancho que la antecedente. La galería se vá angostando imperceptiblemente por abaxo en la cabeza de la obra, hasta quedarse su ancho reducido á 2 varas 1 pie, y su altura á 3 varas 1 pie y medio. Coge de largo menos que el aqüeducto, porque corre en linea recta; siendo así que este forma una curva; por manera que teniendo el aqüeducto por lo dicho 219 varas 1 pie, la galería no tiene sino 156 varas 1 pie; por la parte de arriba, esto es del lado de la cabeza del dique, corresponde perpendicularmente al orificio del aqüeducto, 11 varas 2 pies mas arriba del piso del suelo; y por la parte de abaxo está del lado y á la izquierda de su boca. Despues de dispuestas y executadas estas obras, conforme se ha dicho, se han levantado tres gruesos paredones, atravesados *D*,*E*,*F* (Lám. 39) que cogen desde el un extremo de la calzada al otro, y tienen por cimiento el cuerpo de fábrica que sirve de basa á la obra; están tambien empotrados en la fábrica de la galería, á la qual atraviesan formando con ella una como cruz; á la derecha é izquierda están embebidos en las peñas de los dos cerros del valle. El primer paredon, que está á la cabeza de la calzada, tiene en su extremo 14 pies de grueso, teniendo por la parte de abaxo mucho mas de ancho por razon de la escarpa; no se le darán mas que 23 varas 1 pie de alto. El segundo paredon *E* que ha de ser mas alto, tiene de grueso 7 varas; ha de ser su altura de 58 varas 1 pie, está con corta diferencia en medio de la calzada, 77 varas lexos del primero. Por lo que toca al tercer paredon *F*, que forma el pie de la calzada, y está 72 varas 1 pie lexos del segundo, tiene 9 pies 4 pulg. de grueso, y su altura será de 35 varas. El hueco que hay entre el primer paredon y el segundo se llenará de piedras, pedernales y tierra, todo ello muy apisonado y allanado; con tal cuidado que se pueda echar encima una tongada de arcilla de 7 pies de grueso, en forma de glacis, que vaya imperceptiblemente en declivio desde el segundo paredon hasta el primero; á fin de que pudiendo el agua, que se ha-

hará subir hasta la altura de 46 varas 2 pies á 58 varas 1 pie, desparramar por este glacis, y donde apoyarse en todas partes sobre su centro, no pueda ni derribar ni socavar la calzada: del mismo modo se llenará el hueco de entre el segundo paredon *E* y el tercero *F*, á fin de que sirva de arbotante al segundo, por ser este el que ha de sostener todo el empujo y todo el peso del agua. Todos estos paredones, por lo que respecta á lo interior de la calzada, y tambien los de la galería, estarán fortificados con un contramuro de 2 pies 4 pulgadas. La galería ha de estar tambien fortificada con otra bóveda, y los huecos que queden entre ambas, se llenarán de arcilla muy batida y apisonada; á fin de que si, por algun accidente extraordinario, el agua llegase á abrir la tongada de arcilla que estará entre el primer paredon y el segundo, lo demas se mantenga intacto mediante este resguardo. . . . Todo bien mirado, esta obra me parece muy bien pensada, hecha á tiempo, muy bien dirigida y executada; y soy de parecer que jamas se ha visto en el mundo un cuerpo de fábrica mas sólido. . . . . Aunque esta obra es muy grande, sin embargo no lo es el gasto á proporcion; porque todo el material, como piedra de sillería, sillarejo, cal, arena y agua se halla en el mismo sitio. Creo que estarian trabajando seiscientos ó setecientos hombres quando fuí á ver la obra: reparé sobre todo un modo muy acomodado de cavar y llevar la tierra; hay un rastrillo por el qual han de pasar todos los que la portean, y cada camino se les paga un dinero; la codicia de la ganancia los estimulaba tanto, que algunos ganaban hasta 8, 9 y 10 sueldos al dia (a), suma de consideracion en el pais para estos hombres; con lo que la obra se adelantaba mucho."

Sigue la explicacion de la lámina donde vá figurado el estanque (Lám. 38).

Fig. 52.

A, desaguadero cuyo destino es verter el arroyo de Laudot y la zanja de la montaña al contracanal *AE*, quando hay que agotar el estanque.

(a) Un sueldo vale 12 dineros.

Fig. 52. *B*, entrada del Laudot y de la zanja en el estanque de San Ferriol.

C,*D*, quintas ó casas de campo con huertas á las orillas del estanque.

EFG, contracanal para echar las aguas del Laudot y de la zanja á la madre del Laudot inferior *R*.

H, arroyo ó barranco donde se juntan las aguas del cerro de *Lancastre* para echarlas al estanque.

I, continuacion del contracanal que encamina las aguas á la madre inferior del Laudot por un declivio empinado, y está dividido en gradas de sillería, con el fin de precaver las socavaciones en el terraplen del gran paredon *LM*.

K, pozo en el parage mas hondo del estanque, por donde sus aguas pasan á la bóveda de limpia. Cerca de este pozo está la pirámide en la qual se mide la altura del agua.

LM, paredon de mampostería revestido de sillería por adentro, el qual cubre el gran terraplen.

M, desaguadero por el qual se dan las primeras aguas de la superficie, quando el estanque está todo lleno, y se quiere empezar á servirse de ellas.

N, compuerta de la *Badorque*, por donde se dán las segundas aguas de San Ferriol.

O, puente sobre la zanja de salida de la compuerta de Badorque.

P, paredon interior, donde demostramos por donde se entra en la bóveda de las llaves, y salen las aguas de la bóveda de limpia.

Q, derrumbamiento de tierras acaecido antiguamente, cuyas tierras se han sujetado y afirmado con una pared de mampostería y contrafuertes.

RR, antigua madre inferior del Laudot, donde se juntan todas las aguas del desaguadero, de la compuerta, del contracanal y de las tres llaves para pasar á la zanja de la llanura junto á la casa del Laudot.

53. 339 Planta de las bóvedas y del estanque de San Ferriol (Lám. 39).

Cor-

Corte y alzado de las bóvedas y de la casa de San Ferriol por la linea *ABC* de la planta. Fig.

A, entrada de la bóveda superior por donde se vá á las llaves. 54.

A', capilla de San Ferriol.

B, salida de la bóveda de limpia y de la bóveda de infierno.

C, estanque lleno de agua. Altura de las aguas quando se hace la maniobra para arrastrar las arenas, abriendo las compuertas que hay en *D* y *S*. En la planta señala *C* el parage donde está la máxîma profundidad del estanque.

D,D, pared interior que sostiene la escarpa de adentro. Mas arriba de *D* se vé en el corte ó el alzado el pozo por donde las aguas caen en la bóveda de infierno para ir á las llaves.

EE,EM, paredon de 2800 pies que cierra el valle, sostiene el terraplen, y al qual atraviesan las bóvebas *K* y *L*.

DEF, cimiento de la bóveda de limpia, y basa de la zanja de escape.

G, desaguadero superior, y zanja por donde salen las primeras aguas del estanque, conforme se dirá luego.

H, casa que tapa la compuerta de la Badorque, por la qual salen las segundas aguas del estanque.

I, casa del Director de San Ferriol, y de los empleados del canal, con los almacenes.

KK, bóveda de limpia. En la planta, tambien demuestra *KK* la zanja de escape, la qual está debaxo de la bóveda de limpia.

KL, pared exterior que sostiene el terraplen del gran paredon.

M, cumbre del gran paredon que tiene 116 pies 8 pulg. de alto.

N, escalera por la qual se baxa á las tres llaves quando hay que abrirlas, y dar las terceras aguas.

O, bóveda inferior ó bóveda de infierno, por la qual el agua se comunica con las llaves y la compuerta inferior. La bóveda de infierno no se abre sino quando las aguas están mas baxas que la bóveda superior, para dar salida á las

Fig. las arenas por el portillo *O*, por la compuerta *S*, y por la bóveda de limpia.

P, zanja de escape, ó madre antigua del Laudot inferior, la qual encamina las aguas á la zanja de la llanura, y desde allí al punto de reparto de Nauroüse.

QR, terraplen que asegura el paredon y le ayuda á contrarestar las aguas del estanque.

Q, señala en la planta el extremo de la bóveda de infierno interior, desde la qual sale el agua por la compuerta de enfrente.

R, en el corte, figura la bóveda ó cueva donde está el tablado desde el qual se abren las tres llaves, por las quales sale la mayor parte de las aguas del estanque.

R, está en dos partes de la planta; en medio demuestra por donde entran las aguas en las llaves, ó el extremo de la bóveda superior interior desde donde el agua entra en las llaves. A mano derecha *R* figura el pozo por donde las aguas caen en la bóveda de infierno.

S, compuerta de hierro de dos pies en quadro, cuyo brazo se levanta con una palanca desde encima del tablado *R*, para dar las últimas aguas ó las quartas aguas, quiero decir para dar salida á las aguas mas baxas y agotar el estanque.

T, pirámide graduada que manifiesta la altura de las aguas del estanque, quando no pasan el terraplen *QR*, esto es, quando no llegan al gran paredon.

V, bóveda superior por la qual solo se pasa quando las aguas del estanque no pasan de la altura *X*.

Y, aquí cae el agua de las tres llaves con espantoso ruido.

53. 340 Planta, como dixe antes, de los paredones y bóvedas, de que hemos hecho mencion, señalándolo todo con las mismas letras, menos los puntos que hemos especificado particularmente. Pero como en el parage donde están las llaves, las bóvedas superiores están cortadas, siendo así que por debaxo la bóveda de infierno es toda continuada por medio de la bóveda de limpia, en *LR* demostra-



tramos separadamente la parte superior que el lector debe figurarse puesta encima de *KQ*, por manera que la linea *ab* de mas arriba esté sobre la parte *ab* que está debaxo á lo largo de la pared de la bóveda de infierno, ó que *baLR* esté sobre *baKQ*, del mismo modo que la bóveda *AK*, por donde se vá á las llaves, está encima de la bóveda de limpia *KK*.

Fig.

341 Para dar salida á las aguas del estanque ácia el canal hay una primer compuerta cerca del extremo norte del paredon, que vierte por *G* las aguas de la superficie hasta 7 pies de profundidad, contados desde la superficie del estanque, quando está lleno. Hay despues otra compuerta distante unas 175 varas de la primera; baxa hasta 26 pies 10 pulg. y sale el agua por *H*. Toda la demas agua hasta 7 pies mas arriba del suelo, ó hasta *X* sale por tres llaves de bronce de 10 pulg. 6 lineas de diámetro, selladas en el gran paredon con quantas precauciones caben. Todas estas aguas van á parar á la zanja, la qual en parte sigue la madre del Laudot. Mas abaxo de las llaves está la última salida ó bóveda de limpia *KK*, cerrada con una puerta muy fuerte que no se abre sino quando las llaves ya no dan mas agua. Sirve, conforme hemos dicho, para executar maniobras por cuyo medio las aguas se llevan á la parte inferior *B* del arroyo de Laudot el légamo y la arena que habian depuesto en el estanque: con abrir las compuertas *D*, *S* se forma una corriente tan rápida, que se lleva las arenas 233 varas mas allá de *Q*.

Se llega á las tres llaves por una primer bóveda de 88 varas 2 pies de largo, la qual atraviesa el terraplen exterior, cuyo suelo vá en declivio ácia el paredon, rematando en una escalera de sillería *N*, por la qual se baxa á las llaves. El agua que dán corre por un ancho aqüeducto, mas baxo que la primer bóveda, con un pretil de cada lado. Quando se abren las llaves, siendo todavía mucha la altura del agua del estanque, sale esta con ímpetu tan terrible, que nada se oye de quanto se habla, aunque sea á voces, y no se vé

mas

mas que espuma; el ayre que el agua arrastra al caer en el aqüeducto forma una corriente cuya violencia apenas se puede resistir; parece que las moles enormes de las bóvedas y de los paredones se vienen abaxo; esta es la razon por que se le dá el nombre de *bóveda de infierno* á una de las bóvedas inferiores por donde sale el agua, ó á la parte *O* que está debaxo del terraplen interior *QR* del estanque.

342 Se tiene cuidado de agotar todos los años, por Enero, el estanque de San Ferriol, para limpiarle y reparar los paredones. El rio Sor á cuyas aguas ván agregadas las de la montaña, que se le envian por el desaguadero de Conquet, dá bastante agua para la navegacion en el invierno: entonces puede dar unas quatro piedras de agua. Llámase en el pais *piedra de agua* la necesaria para andar la piedra de un molino harinero, y se regula por suficiente la que sale por una luz de 9 pulg. 4 lineas de ancho, 7 de alto, siendo la altura del agua de 9 pies 4 pulg. á 10 pies 6 pulg.

Para agotar el estanque, siempre que hay que repararle, bastan 8 dias; pero se tarda un mes, y á veces dos para llenarle, y años hay de seca en que no es posible llenarle del todo.

Para medir la altura del agua del estanque, se ha plantado una pirámide *PR* graduada, de 73 pies y medio de alto, esto es, que llega hasta la altura de las tierras que forman la escarpa interior *QR*; desde 73 pies y medio hasta 116 se mide la altura del agua en el paredon *M*.

Quando se saca por las llaves el agua del estanque, se repara que su nivel se vá baxando con bastante igualdad, porque á medida que este se baxa las rebanadas orizontales del agua ván siendo menores; tambien corre con mas lentitud á medida que ván siendo menores la altura y la presion vertical; así la diminucion del volumen compensa la diminucion de la velocidad, con lo que las rebanadas de grueso igual corren todas con igual velocidad.

343 Así que están concluidos los reparos del canal, y se le quiere volver á llenar de agua para la navegacion, se abren

52

D

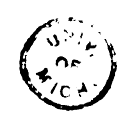
C

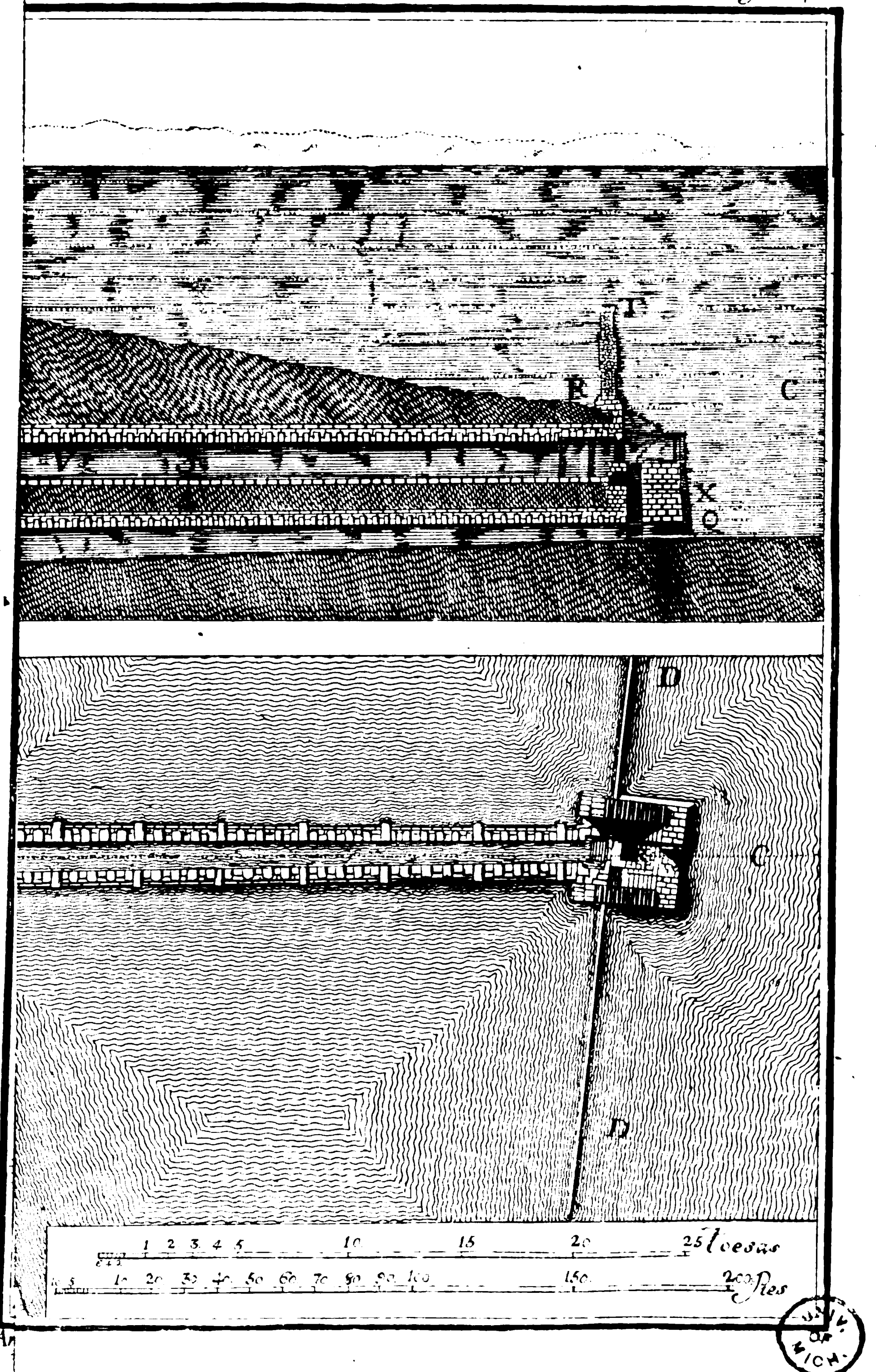
B

A

200. 300 Toeses

1500 2000 Pies




T
E
C
X
O
D
C
D
1 2 3. 4 5 10 15 20 25 Toesas
5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 150 200 Pies

abren las llaves de San Ferriol, y en 10 dias puede el canal estar lleno. Pero para esto es menester que los rios de Fresquel, Orviel y Cesse lleven bastante agua para concurrir al mismo fin en la parte del canal que está mas abaxo de los parages donde le socorren.

344 Ademas del estanque de San Ferriol y de la zanja de la llanura, hay cinco socorros de agua que alimentan el canal del lado del mediterraneo. El primero es el rio Herault, cerca de Agde, que dá agua al canal desde dicha ciudad hasta la laguna de Thau; el segundo es el rio Orb, junto á Beziers, que suministra agua para la navegacion hasta Agde; el tercero es el de Cesse, cerca del Somail, que alimenta en parte el trámite mayor, hasta Beziers; el quarto es el de Fresquel, 3 millas mas allá de Orviel. En otros tiempos se admitian en el canal muchos torrentes que le enarenaban, y tal vez le hubieran inutilizado; pero se desecharon sus aguas, encaminándolas por varios gallipuentes de los quales se hará despues mencion.

Pero desde Naurouse á Tolosa por el un lado, y por el otro hasta Carcasona, no hay ningun socorro de agua.

En diferentes tiempos se han propuesto varios pensamientos para dar mayor cuerpo de agua al canal, por la laguna de Marseillette, los manantiales de Argendouble, el Lers mayor, el rio Mazamet, y el Agout, y por medio de otro repuesto del qual se estaba tratando en 1773.

Itinerario del canal.

345 Recorramos ahora todo el canal empezando desde el mar Mediterraneo y el puerto de Cete. Desde Cete se entra en el estanque de Thau que coge 3 leguas de largo: es una parte del mar poco profunda, del qual le separan méganos, el mayor y mas profundo de todos los estanques que hay en la costa meridional de Lenguadoc, cuyos estanques todos se comunican unos con otros por medio de canales. En el estanque se han plantado diques y levanta-

do

Fig. do calzadas que dirigen la navegacion en un trecho de 3 millas, y sirven de anden.

346 El estanque de Thau llega hasta 3 leguas mas allá de Cete del lado de Agde, y desde allí es donde empieza verdaderamente el canal de comunicacion de los dos mares, en el extremo occidental del estanque. En ambos lados de la parte del canal, que atraviesa el estanque, hay calzadas de piedra, del mismo modo que en todos los canales abiertos en estanques; y en el extremo de una calzada está determinado plantar una pirámide que sirva de monumento á tan grandiosa obra, y enseñe de noche á los barcos la entrada del canal.

347 Pasado el estanque de Thau, y despues de andadas 4 millas tierra adentro siguiendo el canal, se llega al rio Herault un poco mas arriba de Agde, por cuyo rio se navega baxando un trecho de 1407 varas; allí se toma otra vez el canal, y despues de andadas 464 varas, se entra en la inclusa redonda, una de las obras notables del canal.

348 El rio Herault muere en el mar, 2 millas lexos de Agde, y para defensa de su desaguadero está el castillo de Brescou, edificado en la mar.

349 Aquí demostramos (Lám. 40) la inclusa redonda de muy ingeniosa invencion.

55. 56. La primer figura es su planta, y la segunda su corte por la linea *AB* de la planta. Es un estanque circular de 105 pies de diámetro, con tres aberturas ó puertas de 23 pies 4 pulg. cada una, las quales se cierran con puertas picudas capaces de aguantar el peso y empujo del agua, para distribuirla al occidente, al oriente, ó al mediodia. Las puertas del oriente ván al *Canalet alto* del lado del rio Herault, cuyo nivel suele ser el mas alto.

Las puertas del occidente ván al canal grande del lado de Beziers, cuyo nivel es mas baxo que el del *Canalet alto* del rio; por cuyo motivo tiene la puerta dos pares de hojas con picos encontrados para sostener el agua que viene del *Canalet alto*; finalmente, las puertas del mediodia, que están

tán del lado de Agde, ván al *Canalet baxo*, así llamado Fig.
por ser el mas baxo de los tres niveles de la inclusa redonda, por causa del declivio del rio Herault. Está como unos 5 pies 10 pulg. mas baxo que el *Canalet alto.*

A esta inclusa no se le podia dar otra figura que la circular, por causa de concurrir en ella tres canales diferentes; y ser preciso que los barcos puedan dar la vuelta. Por otra parte el molino que cierra el rio entre las embocaduras de estos dos canales, pedia la forma redonda. En el cuenco grande circular se ha hecho otro ovalado *H*, dirigido ácia el canal de Agde, cuya inclusa es mas baxa que las demas, con lo que no hay necesidad de llenar de agua el cuenco grande á la misma altura.

A, puerto y parte del canal que sube ácia Beziers.

B, canalet alto que vá al rio Herault mas arriba de la presa del molino del Obispo.

C, canalet baxo que vá al puerto de Agde mas abaxo de la presa del molino del Obispo.

D, puente en el camino que vá de Besan á Agde.

E, casa del inclusero.

F, alojamiento de los empleados.

G, almacen de madera.

H, cuenco inferior ovalado del estanque.

350 Tres millas lexos de la inclusa redonda, se pasa un rio llamado *Libron*, el qual ha incomodado mucho tiempo la navegacion del canal, particularmente porque quando vá crecido acarrea muchas arenas con las quales enarenaba media legua de canal. Para evitar este perjuicio se hizo en 1767 una obra muy curiosa llamada *balsa de Libron*, que costó 320000 reales.

A lo largo del canal se han levantado dos paredones de 28 varas de largo, sin contar los respaldos que los rematan. La cumbre de cuyos paredones está al mismo nivel del agua del canal, y la altura de los respaldos es mayor que la de las mayores avenidas. Aunque parece que los dos paredones corren paralelos, sin embargo se ván inclinando el uno

al

al otro, pues por el un extremo hay entre los dos un intervalo de 23 pies 4 pulg. y por el otro no hay mas que 22 pies 2 pulg. En la esquina interior de ambos paredones laterales se ha dexado un rebaxo ó una roza de 14 pulg. en quadro, que sirve para recibir una balsa de unas 37 varas 1 pie de largo, la qual en cada uno de sus extremos tiene una especie de parapetos tan altos como los respaldos del piso, juntándose con ellos, de modo que la balsa forma un conducto ó aqüeducto perpendicular á la longitud del canal. La balsa tiene la forma de una cuña, la misma que el espacio que ha de ocupar, á fin de que entre mas ajustada; sin embargo se han añadido puertasventanas con charnela al piso del lado por donde vienen las aguas, con el fin de tapar todas las juntas entre la fábrica y la balsa.

La balsa suele guardarse en una especie de cochera hecha de intento orilla del canal, muy cerca de la obra, y enfrente de una casa donde viven dos guardas. Así que los dos incluseros advierten que el rio crece, ponen la balsa en su lugar, y entonces forma uno como canalon por el qual pasan las aguas de Libron con sus arenas para irse al mar. Luego que el torrente no acarrea mas arenas, se quita la balsa para dexar pasar los barcos. Dos hombres bastan para sacarla de la cochera, donde está flotante, y guiarla á su sitio; cuya maniobra es indispensable todos los dias en tiempos de lluvias y avenidas que duran á veces una semana.

En los respaldos altos y baxos se han hecho desaguaderos cuyo destino es baxar el nivel de las aguas del rio y del canal para que no pasen por encima de la balsa quando podrian perjudicar. Los desaguaderos de abaxo tambien sirven para quitar por medio de una maniobra adequada la arena fina ó el légamo que podria colarse por entre las juntas de la balsa, y caerse al canal.

Se han hecho tambien con todo cuidado en ambos respaldos ranuras verticales donde se encaxan tablas para formar ataguías en caso necesario, y dexar sin agua la obra del Libron, ó el trámite inferior.

Va-

Vamos á demostrar esta obra (Lám. 41). Fig.

La primera de las dos figuras demuestra la planta del 57. aliviadero, puente y balsa de Libron.

La segunda es el corte y alzado del aliviadero, balsa 58. y puente de Libron por la linea *CD* del canal.

AB, la balsa guardada al lado del canal en una como cochera cerca de la casa del guarda.

CD, parte del canal donde se planta la balsa.

EF, torrente de Libron que corre por encima de la balsa quando está puesta en su sitio.

GH, puente del camino real por la qual se pasa el torrente.

IK, puente sobre el canal.

LM, casa de los guardas ó incluseros.

Tres millas lexos de la balsa de Libron está la inclusa de *Portiragnes*, así llamada de un pueblo inmediato, donde es opinion que hubo antiguamente un puerto de mar, bien que hoy dia desde dicho pueblo al mar hay dos millas. Toda esta llanura es pantanosa y expuesta á inundaciones; pero las aguas estrañas entran en un contracanal por donde ván á parar á un arroyo muerto, y desde este al mar, con el fin de que las aguas del canal siempre se mantengan á un mismo nivel.

351 Así que se llega al *Pontrouge*, distante 5 millas de *Portiragnes*, se encuentra el rio *Orb*, el qual alimenta el canal desde Beziers hasta Agde. Pero antes de llegar al rio se encuentran dos puertas, llamadas *medias inclusas*, á la distancia de 933 varas 1 pie una de otra, que la primera se llama de *San Pedro*, y la otra de *los molinos nuevos*, ambas picudas del lado del rio Orb para sostener las aguas crecidas. Entonces los barcos están abrigados entre las dos puertas, las quales tambien sirven despues de las inundaciones para barrer el canal, y guiar otra vez al rio, baxas sus aguas, las arenas que quando crecido dexó.

El brazo del canal que vá ácia Agde, empieza como decíamos poco ha, desde el Pontrouge plantado en la orilla

oriental del Orb. El brazo que baxa desde el Lenguadoc alto se echa en este rio por su orilla opuesta en el puente de *Notre-dame* 1040 varas 2 pies mas arriba del Pontrouge. El rio Orb que tiene de ancho unas 70 varas, no lleva en su estado ordinario bastante agua para los barcos. Al principio se suplió esta falta con un dique que levantaba las aguas plantado inmediatamente mas abaxo del Pontrouge; pero se amontonó tanta grava y arena delante del dique, que se perdió la altura á la qual se habia logrado levantar las aguas por su medio.

Con el fin de dar otra vez al agua en dicho parage la misma altura de antes, se han hecho en el extremo del dique inmediato al Pontrouge seis escurrideros, de 10 pies y medio de ancho cada uno. Se ha guiado el rio por medio de obras hechas á flor de agua, las quales atraviesan diagonalmente el rio Orb desde la puente Notre-dame. Las aguas que arrojan estos escurrideros forman delante de ellos una corriente, donde proporcionan mayor altura de agua que en otras partes; y este es el rumbo que siguen los barcos navegando el rio en un trecho de 1040 varas 2 pies.

352 Sin embargo para dar paso á los barcos y proporcionarles siete pies de agua, es preciso cerrar con freqüencia los escurrideros con compuertas, y levantar, en todo lo que coge de largo la calzada, tabiques de quita y pon que levanten las aguas. Estos tabiques tienen 3 pies y medio de alto, y se hacen de tablones ensamblados á charnela con el dique. Quando están puestos ó derechos, se mantienen sujetos con arbotantes ensamblados tambien á charnela en su cabeza. Las compuertas que cierran los escurrideros se componen de muchas biguetas, metiéndolas unas despues de otras en las ranuras de los postes ó largueros plantados al lado de cada vano. El uno de estos dos largueros es permanente, el otro, que puede dar la vuelta al rededor de su exe, se sujeta con un arbotante quando se quiere poner el tabique; quando se le quiere quitar, se dexa caer el arbotante que cierra cada escurridero, el larguero movible dá entonces vuel-

ta,

G H

10 15 toesas

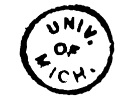
100 150 pies Cast.

E

G H

C D

F



ta, y se salen las biguetas; se escapan, pues, estas; pero una cadena con que están atadas las echa del lado de la corriente, donde se quedan hasta que ocurre plantar otra vez los tabiques. Fig.

En estando abiertos los escurrideros, las aguas no pasan la calzada fixa, y se quita por mano el tabique puesto encima.

Esta es una de las maniobras mas primorosas del canal, y se repite muchos dias de la semana, segun el número de los barcos que pasan; lo demas del tiempo se dexa libre el curso del rio para beneficio de los molinos.

353. Aquí demostramos (Lám. 42) los escurrideros por todas sus caras, menos el alzado por la linea *CD* de la planta, que se vé Lám. 43.

Planta del rio y de sus márgenes, cuya figura parece como dividida en dos partes, por estar dibuxada en un papel sobrepuesto la figura 60; de modo que, para enterarse mejor, debe el Lector figurarse quitado el papel sobrepuesto. Aquí vá demostrado el Pontrouge que atraviesa el canal en *G*, donde este entra en el rio; y la fila atravesada de pilotes *HH*, cuyo destino es guiar la gran corriente *P* ácia los escurrideros. *AB* es la calzada que detiene y levanta las aguas del rio, de modo que basten para la navegacion y se encaminen á los seis escurrideros. 59. 59.

Estos se cierran con travesaños *T* echados unos sobre otros, metidas sus cabezas en ranuras verticales hechas en los dos largueros ó postes arrimados á las cepas de los escurrideros: el uno de los pies derechos dá vueltas al rededor de su exe; así que se quita el arbotante con que se les sujeta, todos los travesaños se ván á un tiempo, y la corriente se lleva con violencia las arenas.

Calzada que se hace mas ó menos alta por medio de los arbotantes *L*, que se afloxan quando se quiere dexar correr el rio. 60.

Corte de la calzada por la linea *EF* de la planta. 61.

Alzado ó corte á lo largo del rio desde *M*, madre alta del Orb, hasta *N*, madre baxa; en *M*, se vé el corre del 62.

Fig. Pontrouge; el corte de los escurrideros está en *P*, y en *N*, de la planta y del alzado, se vé el dique al qual están unidos los escurrideros.

354 Ha sido tanta la dificultad de mantener un fondo suficiente en el rio de Beziers, que por espacio de 7 ú 8 años los barcos no pasaban sino dos veces por semana, para lo qual era preciso esperar á que se juntasen muchos; los escurrideros hechos de orden del Rey por sus ingenieros estaban entonces en muy mal estado. Pero desde que en el año de 1733 los dueños del canal los mandaron reparar con solidez, lleva siempre el rio agua bastante; por lo regular los barcos pasan á medida que ván llegando, y el rio al retirarse dexa mucho menos arena que en los tiempos pasados.

Es constante que todos estos inconvenientes se remediarian si se hiciera sobre el Orb un gallipuente, por cuyo medio el canal salvara al rio; pero hasta el dia de hoy nadie se ha determinado á hacer, por muy costosa, esta obra.

El rio Orb sirve de canal, segun queda dicho, en un trecho de 1040 varas 2 pies, en cuyo remate prosigue á la margen opuesta á Beziers y al mediodia del rio Orb, el brazo del canal que vá á las 8 inclusas de Foncerane ó de Beziers, las quales empiezan 996 varas 1 pie lexos del rio, y acaban 1334 varas 2 pies lexos del desembocadero.

63. 64. Estas figuras (Lám. 43) demuestran la planta y el alzado de los 8 cuencos de las inclusas de Foncerane.

El alzado ó perfil coge todo su largo desde *A*, principio del trámite de Foncerane, hasta *B*, remate del trámite de *Notre-dame*: todas las puertas altas se figuran abiertas, y cerradas todas las demas. Los ocho cuencos están arrimados y continuos unos encima de otros, formando una caida de 338 varas 1 pie de largo y de 77 pies de declivio, cuya altura vá repartida entre ocho caidas de 9 pies 6 pulg. y media cada una, mediante las quales los barcos suben hoy hasta la cumbre del collado. Quando todas las puertas están abiertas se vé un gran rio cuyas aguas corren á borbotones, y forman una cascada artificial la mas vistosa del mundo.

Pa-

ta, y se salen las biguetas; se escapan, pues, estas; pero una cadena con que están atadas las echa del lado de la corriente, donde se quedan hasta que ocurre plantar otra vez los tabiques. Fig.

En estando abiertos los escurrideros, las aguas no pasan la calzada fixa, y se quita por mano el tabique puesto encima.

Esta es una de las maniobras mas primorosas del canal, y se repite muchos dias de la semana, segun el número de los barcos que pasan; lo demas del tiempo se dexa libre el curso del rio para beneficio de los molinos.

353. Aquí demostramos (Lám. 42) los escurrideros por todas sus caras, menos el alzado por la linea *CD* de la planta, que se vé Lám. 43.

Planta del rio y de sus márgenes, cuya figura parece como dividida en dos partes, por estar dibuxada en un papel sobrepuesto la figura 60; de modo que, para enterarse mejor, debe el Lector figurarse quitado el papel sobrepuesto. Aquí vá demostrado el Pontrouge que atraviesa el canal en *G*, donde este entra en el rio; y la fila atravesada de pilotes *HH*, cuyo destino es guiar la gran corriente *P* ácia los escurrideros. *AB* es la calzada que detiene y levanta las aguas del rio, de modo que basten para la navegacion y se encaminen á los seis escurrideros. 59. 59.

Estos se cierran con travesaños *T* echados unos sobre otros, metidas sus cabezas en ranuras verticales hechas en los dos largueros ó postes arrimados á las cepas de los escurrideros: el uno de los pies derechos dá vueltas al rededor de su exe; así que se quita el arbotante con que se les sujeta, todos los travesaños se ván á un tiempo, y la corriente se lleva con violencia las arenas.

Calzada que se hace mas ó menos alta por medio de los arbotantes *L*, que se afloxan quando se quiere dexar correr el rio. 60.

Corte de la calzada por la linea *EF* de la planta. 61.

Alzado ó corte á lo largo del rio desde *M*, madre alta del Orb, hasta *N*, madre baxa; en *M*, se vé el corte del 62.

Fig. Pontrouge; el corte de los escurrideros está en *P*, y en *N*, de la planta y del alzado, se vé el dique al qual están unidos los escurrideros.

354 Ha sido tanta la dificultad de mantener un fondo suficiente en el rio de Beziers, que por espacio de 7 ú 8 años los barcos no pasaban sino dos veces por semana, para lo qual era preciso esperar á que se juntasen muchos; los escurrideros hechos de orden del Rey por sus ingenieros estaban entonces en muy mal estado. Pero desde que en el año de 1733 los dueños del canal los mandaron reparar con solidez, lleva siempre el rio agua bastante; por lo regular los barcos pasan á medida que ván llegando, y el rio al retirarse dexa mucho menos arena que en los tiempos pasados.

Es constante que todos estos inconvenientes se remediarian si se hiciera sobre el Orb un gallipuente, por cuyo medio el canal salvara al rio; pero hasta el dia de hoy nadie se ha determinado á hacer, por muy costosa, esta obra.

El rio Orb sirve de canal, segun queda dicho, en un trecho de 1040 varas 2 pies, en cuyo remate prosigue á la margen opuesta á Beziers y al mediodia del rio Orb, el brazo del canal que vá á las 8 inclusas de Foncerane ó de Beziers, las quales empiezan 996 varas 1 pie lexos del rio, y acaban 1334 varas 2 pies lexos del desembocadero.

63. 64. Estas figuras (Lám. 43) demuestran la planta y el alzado de los 8 cuencos de las inclusas de Foncerane.

El alzado ó perfil coge todo su largo desde *A*, principio del trámite de Foncerane, hasta *B*, remate del trámite de *Notre-dame*: todas las puertas altas se figuran abiertas, y cerradas todas las demas. Los ocho cuencos están arrimados y continuos unos encima de otros, formando una caida de 338 varas 1 pie de largo y de 77 pies de declivio, cuya altura vá repartida entre ocho caidas de 9 pies 6 pulg. y media cada una, mediante las quales los barcos suben hoy hasta la cumbre del collado. Quando todas las puertas están abiertas se vé un gran rio cuyas aguas corren á borbotones, y forman una cascada artificial la mas vistosa del mundo.

Pa-

355. Pasadas las inclusas de Foncerane, se andan 64241 varas 1 pie de un tiron sin encontrar inclusa alguna hasta la inclusa de Argens. Este trámite de 9 leguas, llamado *trámite de Foncerane*, es el mayor de todo el canal, sin ningun declivio de ningun lado.

Reparóse que aun estando abiertas las inclusas superiores llegaba el agua con alguna dificultad á Foncerane, y se creyó que era efecto de la resistencia que oponen á su curso las hierbas que se crian en el canal. Buscóse, pues, un medio de cortarlas, con cuya mira se discurrió un ingenio, cuya descripcion es la siguiente.

Hay en el extremo de un barco una rueda orizontal de 10 pies y medio que andan ocho hombres asidos á quatro palancas. La rueda engarganta con tres linternas verticales, al pie de cuyos exes están asegurados unos platillos de 4 pies 8 pulg. de diámetro, en cada uno de los quales están aseguradas quatro guadañas de dos cortes que vuelan 10 pies y 6 pulg.; por medio del engargante el movimiento de ida y vuelta de las guadañas es nueve veces mayor que el de la rueda, con lo que cortan con suma prontitud todas las plantas de alrededor. Los árboles donde están afianzados los platillos y las guadañas están empalmados en los árboles de las linternas de modo que se pueden colocar à diferentes alturas, y quitar quando conviene amolar las guadañas.

356 La famosa bóveda de Malpas dista 3 millas de las inclusas de Foncerane y 4 millas de Beziers; el canal entra por debaxo de la bóveda donde corre un trecho de 198 varas 1 pie, y allí tiene 22 pies 1 pulg. de ancho, sin contar una banqueta de 3 pies y medio. La bóveda tiene 25 pies 8 pulg. de alto mas arriba del agua, y en algunas partes tiene encima 46 pies 8 pulg. de montaña. Esta es de toba ó de una casta de piedra bastante blanda, de la qual ha sido preciso sostener parte con una bóveda de mampostería fortificada con cadenas de sillería, sobre las quales se han levantado paredes de traviesa que llegan hasta el cóncavo de la montaña, y dexado puertas por donde se ván á recono-

cer las bóvedas. Lo que no está embovedado no coge sino 58 varas.

Creyóse algun tiempo que la montaña del Malpas era de materia bastante dura para sostenerse por sí y sin bóveda; pero al fin se conoció que su dureza con el discurso del tiempo se ablandaba. La montaña tenia 30 varas 1 pie de alto y 856 varas 1 pie de largo en el parage por donde era preciso proseguir el canal. Riquet mandó hacer primero de arriba abaxo en cada lado dos excavaciones de 93 varas 1 pie á 116 varas 2 pies, y mandó despues agugerear en linea recta las 190 varas que quedaban, dando al agugero la forma de un arco gótico.

357 Así que Riquet llegó á esta parte de su obra, experimentó muchas contradicciones. Por concepto general se tenia por imposible que el canal atravesara la montaña de Enserune, la qual, yendo de Carcasona á Beziers, está antes del Malpas, porque parecia ser de una toba arenisca fácil de desmoronarse, por la qual no podian menos de trasporarse las aguas. Unos querian que prosiguiéndose el canal ácia Beziers se le guiara del lado del norte hasta Maurellan, y que, dando la vuelta al cerro de Montady, se le echara al rio Orb cerca del puente de Beziers; cuyo trecho se aniveló y plantó de piquetes en algunas partes. Otros eran de dictamen que se guiara el canal ácia el medio dia, y que pasara por mas arriba de Nisan con el fin de que fuera á desembocar en el estanque de Vendres, desde donde querian se le prosiguiese por la playa hasta Agde. Esto dió motivo á Duval, Geógrafo del Rey en París, de publicar un mapa donde señalaba todos estos pensamientos; pero tan raro hoy dia, que jamas le he visto, dice Mr. de la Lande. Fué tanto el empeño, que el Ministro recibió una carta donde se le decia, que el segundo pensamiento del canal habia salido inasequible, porque la obra de Riquet habia tropezado con una montaña de arena, habiendo en sus lados dos estanques de unos 29 á 35 pies castellanos mas baxos que su nivel. El Ministró remitió la carta á Riquet, quien

no

no desistió de su pensamiento: tenia muy reconocida la calidad de la toba de la montaña, y sabia por experiencia que esta tenia agugereada su basa por su mayor largo para dar curso á las aguas del estanque de Montady. Se vé todavía con efecto desde la cumbre del Malpas el estanque de Montady, que á fines del siglo pasado se desaguó por medio de un aqüeducto subterraneo de 16 pies 4 pulg. de alto por 9 pies 4 pulg. de ancho.

Era este motivo muy fundado para empeñarse en guiar por dentro de la montaña el canal. En consecuencia de lo qual se resolvió Riquet á mandarla romper secretamente, siguiendo el rumbo que tenia pensado. A cuyo efecto abandonó las obras del canal mas abaxo de Capestang: envió todos los que en ellas trabajaban á la parte de entre Beziers y Agde, y encargó á un tal Pasqual abriera por la montaña un paso de 3 pies y medio á 4 pies y medio castellanos. Hecho el agugero, instó á los comisionados que fuesen á ver esta prueba, que les manifestó alumbrándolos con hachas; y su triunfo se hizo público. El camino que este rompimiento ha proporcionado para ir á Beziers á Agde y á Cete es mas corto. Pasqual se encargó de la obra del Malpas, esto es de las dos excavaciones que están al raso, á la entrada y á la salida. La obra se empezó en 1679: quedó concluida en 1680, y fué generalmente celebrada.

Acabada que estuvo la excavacion de la bóveda del Malpas, quedaba su intrados ó superficie interior perfectamente igual; pero el ayre y la humedad fueron royendo las partes blandas de la toba, manteniéndose las partes duras, las quales formaban figuras muy estrañas. Pero como prosiguiese la destruccion de las partes blandas, las duras fueron quedando sin apoyo, y se cayeron poco á poco, de modo que trozos grandes de la bóveda estaban para venirse abaxo. Dos aberturas que se habian hecho encima de la bóveda para la saca de las tierras fueron la causa principal del daño, porque introduciéndose por ellas, mal tapadas, el agua quando llovia, y humedeciéndose la toba, le daban mas disposicion

para derrumbarse; los pedazos de toba desprendidos cegaban el canal, interrumpian la navegacion, y hacian arriesgado el navegar en el barco de posta.

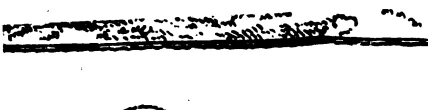
Para remediar todos estos accidentes, se plantó debaxo de la parte que amenazaba mayor riesgo una cimbra muy fuerte de pino; pero sirvió de poco este gasto, porque en menos de ocho ó diez años toda la cimbra se pudrió.

Entonces sí que fué muy inminente el peligro. Lo primero que ocurrió fué abrir toda la montaña de Malpas al raso: fueron muchas las dificultades que se alegaron contra este pensamiento: no era posible ponerle por obra sin empeñarse en el gasto nada corto de otra cimbra, por estar podrida la primera: despues era indispensable cortar escarpados ó á plomo los lados de cada excavacion. Uno y otro era muy peligroso: si se cortasen á plomo los costados de la excavacion, su altura habia de ser de 46 pies 8 pulg. á 58 pies 4 pulg. obrando en esta superficie el ayre como antes en la parte interior de la bóveda, cada vez que lloviese no mas que media hora, todo quanto el agua encontrase roido no podia menos de caerse al canal y cegarle de todo punto; pues aunque no cayera cada vez mas que una pulgada de tierra, esta pulgada habia de causar en el canal mayor elevacion que la superficie de sus aguas. Si los costados de la excavacion se cortasen escarpados, el depósito habia de ser todavía mayor, y mayor el gasto de cortar y sacar tan crecida porcion de toba. Estrechado Riquet de tan poderosos motivos mudó de intento, y determinó sostener con una bóveda de sillería las ruinas inmensas de aquella montaña.

Pero como era imposible hacer una bóveda cuyo trasdos inmediatamente se juntara con el sólido de la montaña, se mandó apear lo alto del Malpas, el qual se parecia al cielo de una cantera, con 25 paredones hechos de una piedra muy dura, cuyos paredones se juntan inmediatamente con el sólido de la montaña, é impiden que de ella se desprenda porcion ni cosa alguna. Por lo que mira á los intervalos de entre los paredones, que cogen unos 10 pies y medio, se

cer-

59.





lido de la montan
porcion ni cosa alg
entre los paredones

D

N

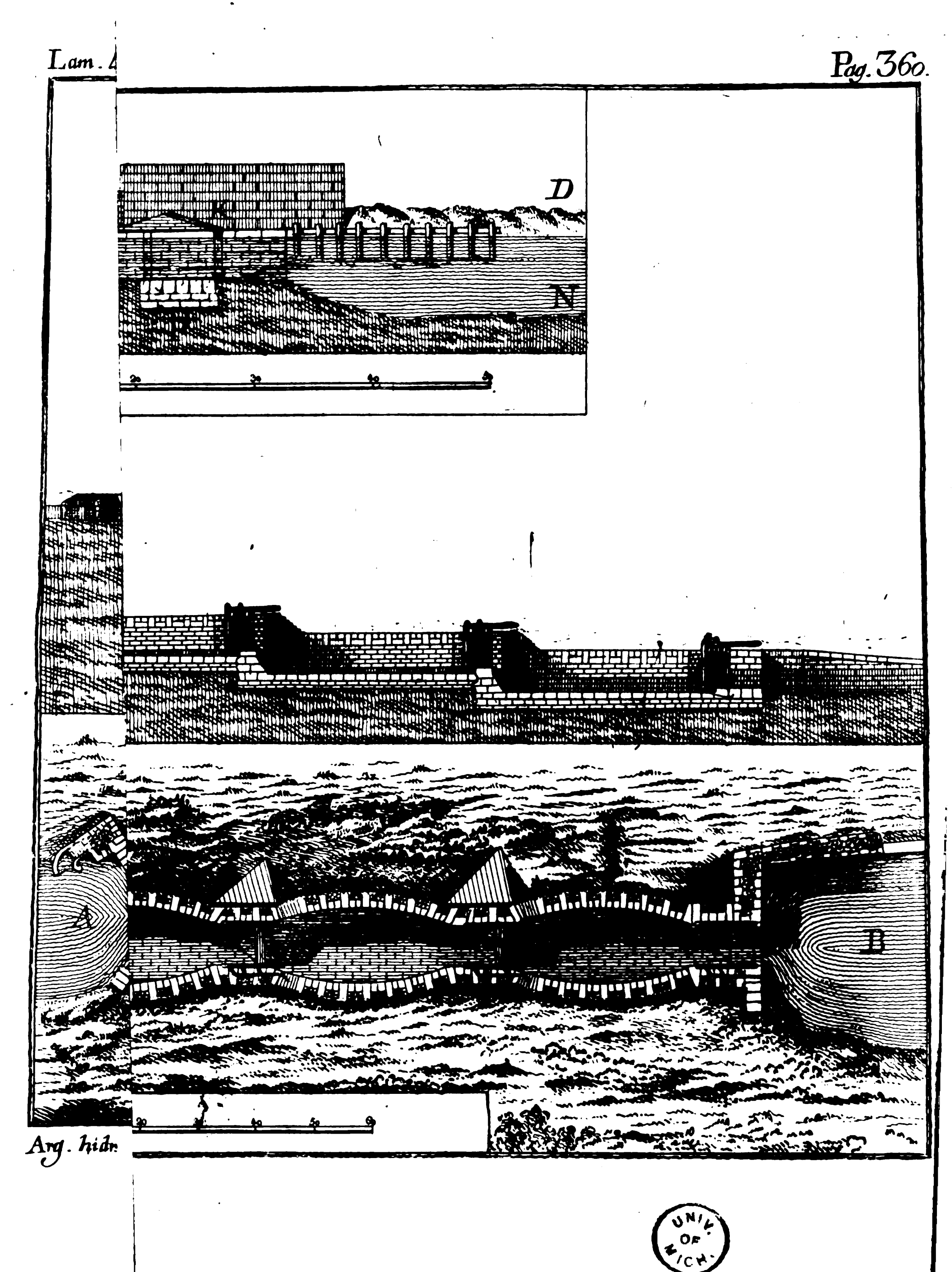
A

B

Arq. hidr.



porcion ni cosa alg
entre los paredones


Lam.
Pag. 360.
D
N
A
B
Arq. hidr.



cerraron con bóvedas de sillería muy fuertes, cuyas bóvedas, trabadas con los arcos en que estriban los paredones, forman de toda esta parte del Malpas una bóveda muy graciosa, por encima de la qual se puede andar por medio de los vanos que de intento se dexaron en cada paredon para hacer los reparos que se ofreciesen.

La navegacion del canal no padeció interrupcion alguna mientras se estuvo labrando esta bóveda, lo que se proporcionó por medio de un barco, cuyo destino era portear los materiales, y servir de pie á un andamio. Se quitaba de su lugar este barco al tiempo que pasaban los dos barcos de posta, cuya navegacion se dispuso de modo que se encontrasen en el Malpas: entonces los barcos mercantes, detenidos desde por la mañana, proseguian su navegacion, y tenian libre toda la noche.

Al tiempo de agugerear el Malpas se dexó de cada lado de la bóveda una banqueta; hoy dia no la hay mas que en un lado. Hízose entonces el cómputo de que las mayores cargazones no pasarian de 700 ú 800 quintales, y con efecto los primeros barcos que se construyeron conforme á esta regulacion, y Riquet suministró, no tenian mas que de 12 y medio á 14 pies de ancho en derecho de la cubierta ó del puente, y aun estos eran los de mayor buque; por cuyo motivo se hizo ancho el canal en el Malpas quanto bastaba para el paso de estos barcos, con una banqueta de 3 pies y medio de cada lado, quedando entre ellas un ancho de 18 pies 8 pulg. Como con el discurso del tiempo las cosas han ido mudando, y se han hecho barcos mucho mas anchos; habiéndose arruinado con las olas del agua, su rozamiento y el poco cuidado la banqueta del mediodia, conociéndose por otra parte que de nada servia, se la acabó de arruinar quando se labró de sillería la bóveda del Malpas, y se levantó la pared que la sostiene á plomo del vacío del Malpas.

Se tiene reparado que las dos bocas de la bóveda del Malpas son los parages donde el canal se ciega con mas faci-

ci-

cilidad que en otras partes, bien que allí no entra ni arroyo ni torrente alguno. Como en aquellos parages es sumamente dificultosa toda excavacion, se ha apelado á diferentes ingenios para limpiarlos, y algunas veces han servido pontones; pero como el canal tiene allí poco ancho, siempre quedaba en medio un banco de arena ó cieno. No lográndose, pues, el efecto deseado con los pontones, se echó mano de garfios, cuya maniobra salia muy costosa, y era de poco beneficio. No ha quedado por fin mas recurso para limpiar el canal, quando se ciega, sino agotarle desde la ataguía que está mas arriba del Malpas hasta las inclusas de Foncerane. Este es un recurso muy dificultoso en invierno por causa del mal tiempo, y por ser esta la estacion del mayor comercio; mas temible es todavía en estío, por el riesgo de que falte agua para poner otra vez corriente la navegacion.

Para ocurrir á tantos inconvenientes, y precaver quanto cabe que esta parte del canal se ciegue, lo mas acertado sería revestir de mampostería estas dos partes, mediante lo qual ni la toba se desharia, ni la lluvia echaría al canal lo deshecho.

358 Tres millas lexos de la bóveda del Malpas se pasa por cerca de Capestang, donde se vén escurrideros hechos en 1767, con motivo del daño que las aguas estrañas habian hecho al canal en sus orillas meridionales. Hay tambien dos aliviaderos á flor de agua muy anchos, de los quales, sin embargo de esto, no se saca todo el beneficio que se esperaba, porque sale por ellos el agua con dificultad y lentitud, á no ser que sea mucha la carga que la empuja, ó la acelere la presion ó la caida. Pero tienen estos aliviaderos la circunstancia de verter el agua luego que pasa su cumbre, sin necesidad de guarda alguno que abra los escurrideros en los parages donde los hay.

Cerca de este parage pasa el canal por encima de muchos gallipuentes. Uno de ellos, es á saber el de *Quarente*, se componia antiguamente de dos arcos no mas, y era este

po-

poco ancho para recibir las aguas de dicho riachuelo, el qual es un verdadero torrente, y pasando por encima del gallipuente, entraba en el canal, y hacia no pocos estragos. Por cuyo motivo en el año de 1737 se le añadió al gallipuente otro arco enlazándole con los antiguos y de mayor luz que ellos. Ademas de esto se ha hecho en el mismo parage un aliviadero y un escurridero de mampostería, ambos con el fin de vaciar mas pronto las aguas superfluas que acaso se introducirian en el canal.

359 Despues del gallipuente de Quarente, sigue el canal un trecho de 4666 varas 2 pies de largo abierto en peña viva mas dura que el mármol, de 21 pies de profundidad en algunas partes, por razon del nivel.

360 Seis millas mas allá de Capestang, está el famoso gallipuente de Cesse de tres arcos, por el qual corre el canal, y por debaxo el rio Cesse. Aquí sigue su descripcion.

	Fig.
Estas figuras (Lámin. 44 y 45) demuestran, visto por todos lados, el gallipuente de Cesse.	65. 66.
Planta del gallipuente de Cesse.	65.
Alzado del gallipuente por la linea *AB* de la planta.	66.
Corte transversal del gallipuente por la linea *CD* de la planta.	67.
AB, linea de la planta por la qual se ha trazado el alzado *GH*.	65.

CD, madre del rio Cesse que corre por debaxo del canal.

E, madre del canal.

F, madre del rio Cesse que pasa por debaxo del canal.

GH, largo del gallipuente sobre el qual pasa el canal.

III, madre del rio Cesse que corre por debaxo del gallipuente.

TT, anden.

La calzada antigua de Cesse rechazaba atrás el rio en un trecho de mas de 116 varas 2 pies de largo que cogia cerca de 802 varas de ancho, lo que formaba un hermosísimo puerto.

El agua del rio que pasa por encima de la calzada, cayen-

yendo de unos 21 pies de alto, forma una sábana de agua como de moe de plata de hermosísimos visos quando le dá el sol.

361 Como estas aguas eran indispensables para la navegacion del canal, fue preciso, al tiempo de construir el gallipuente, dexar en el rio una presa que encaminara las aguas del Cesse al nivel del canal; con este motivo se derribó la calzada antigua, haciendo otra mucho mas arriba. La calzada nueva atajaba el curso de las aguas del rio, y las precisaba á correr por una zanja llamada *de Mirepesset* ó *de la Gerbiere*, á fin de que llegasen al canal unas 163 varas y 1 pie lexos del extremo del gallipuente.

Antes del año de 1690 las inundaciones del rio esportillaron la zanja, y derribaron varias veces la calzada, por cuyo motivo aquel mismo año se intentó reparar la zanja, y levantar de buena mampostería la calzada de Cesse; pero tampoco sirvió la nueva calzada, la qual no pudo aguantar mucho tiempo la fuerza de las grandes avenidas. En 1693 estaba yá medio arruinada la calzada de 1690, por lo que se la trasladó mucho mas arriba, y se hizo menos alta, bien que no toda de mampostería, por contemplarlo arriesgado en aquel terreno, cuya poca consistencia se habia experimentado con la calzada de 1690. Se la construyó de fuertes sillarejos en caxones de pilotes y madera, todo ello cubierto y coronado de grandes sillarones trabados con mezcla: delante de los pilotes se echó un buen encañizado de faginas y cascajo, en el qual muerden á la verdad las recias avenidas, pero se le repara con igual facilidad que brevedad. Desde la nueva calzada se ha abierto una zanja de 816 varas 2 pies, revistiéndola del lado del rio con toda la posible firmeza: la remata un edificio de buena mampostería, en un lado del qual se han dexado dos grandes aliviaderos para dar salida á las aguas superfluas quando las dá el rio: en la madre de la zanja hay tambien dos compuertas para dar paso á las aguas que ván al canal por una zanja de 1283 varas 1 pie. La orilla de esta zanja es perpendicular á la orilla del rio,

rio, y en las grandes crecientes las aguas le dán con violencia. Con el fin de fortificarla, se han levantado en un trecho de mas de 466 varas 1 pie de largo paredes de piedra seca muy inclinadas, altas de 35 pies ó 46 pies 8 pulg. A la verdad ha sido muy costosa esta obra, pero asegura la madre de la zanja, y se la cuida con escrupuloso esmero. Fig.

Diez millas mas arriba del parage donde el Cesse encuentre el canal, atraviesa este rio una montaña, en la qual se ha abierto un paso muy singular, llamado el *pont de Minerve*.

362 Quasi enfrente del parage donde las aguas del Cesse entran en el canal por la zanja de derivacion, se ha hecho un escurridero llamado de *Patiasses*, con seis compuertas ó vanos cerca del suelo.

Demostramos aquí (Lám.46) la planta de los escurrideros. 68.

Alzado de los escurrideros (Lám. 47) por la linea *CD* de la planta. 69.

Alzado del aqüeducto de Patiasses cerca de Cesse, por la linea *AB* de la planta. 70.

Una milla mas allá del gallipuente de Cesse está el *Somail*, 6 millas lexos de Narbona. Aquí se empezó á abrir en 1686 un ramal de comunicacion donde se habian de juntar el gran canal y el de Sijean ó de la Nouvelle, que atraviesa la ciudad de Narbona, y prosigue por el canal de la Robine hasta el rio Aude, una legua lexos del gran canal.

363 Tres millas lexos del Somail, y cerca del castillo de *Paraza*, el canal se arrima al rio Aude, en cuya inmediacion se mantiene hasta *Trebes* en un trecho de mas de 24 millas. Por la inmediacion de cuyo rio, que es un torrente formidable, ha sido forzoso multiplicar las lenguas con el fin de resguardar el canal de las inundaciones; pero por el mes de Diciembre de 1772, creció el rio hasta el nivel del canal, perjudicándole mucho esta avenida quasi en toda su extension.

El primer pensamiento fué que el canal atravesara dos veces el Aude; pero en este particular mudó Riquet su plan, con-

Fig. contemplando mas acertada, aunque mas costosa, la direccion que hoy sigue el canal.

364 Cinco millas lexos de la calzada de Cesse está el gallipuente de *Repudre*, por debaxo del qual pasa un torrente del mismo nombre, muy peligroso quando viene crecido. Baxa de las montañas del Obispado de San Papoul, y vá á morir en el rio Aude, un poco mas abaxo del canal.

Se hacia preciso, ó atajar este torrente con un fuerte dique, ó salvarle con un gallipuente. Riquet prefirió, por mas seguro, el último medio, y mandó edificar este gallipuente, el qual con sus respaldos tiene 158 varas 2 pies de largo, 30 varas 1 pie de ancho en derecho de los respaldos, 19 varas 2 pies sobre la bóveda y sus afueras hasta la plataforma. El arco por debaxo del qual pasa el Repudre tiene 11 varas 2 pies de ancho, y 4 varas 2 pies de alto, y en todas partes sostiene 8 pies 2 pulg. ó 9 pies 4 pulg. de agua.

71. 72. En la Lámina 48 demostramos la planta del aliviadero y del gallipuente de Repudre, y su alzado por la linea *AB* de la planta.

73. En la Lámina 49 se vé su alzado por la linea *CD* de la planta.

365 Cerca de unos peñascos, llamados *los peñascos de Roubia*, que se encuentran algo mas allá, se hizo en la peña una excavacion de 23 pies 4 pulg. en un trecho de 350 varas; pero tampoco tiene el canal en todo este trecho mas de 42 pies de ancho. Al principio se creyó que los rios Aude y Fresquel que se costeaban siguiendo el camino de *Marseillette* eran guias seguros para seguidos; pero hallóse este camino todo lleno de peñas, y salió este trozo de canal mucho mas costoso de lo que se habia pensado.

366 La inclusa de *Argens*, que se halla 2 millas mas allá de Paraza, remata el gran trámite de Foncerane de 63130 varas de largo, en cuyo trecho está el canal todo á un nivel, pero desde allí vá subiendo otra vez ácia *Carcasona*.

367 El rio *Ognon*, distante 2 millas de Argens, es un tor-

C

65

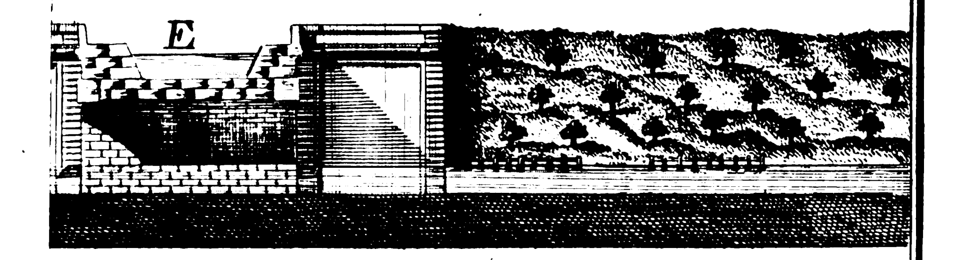
H

D

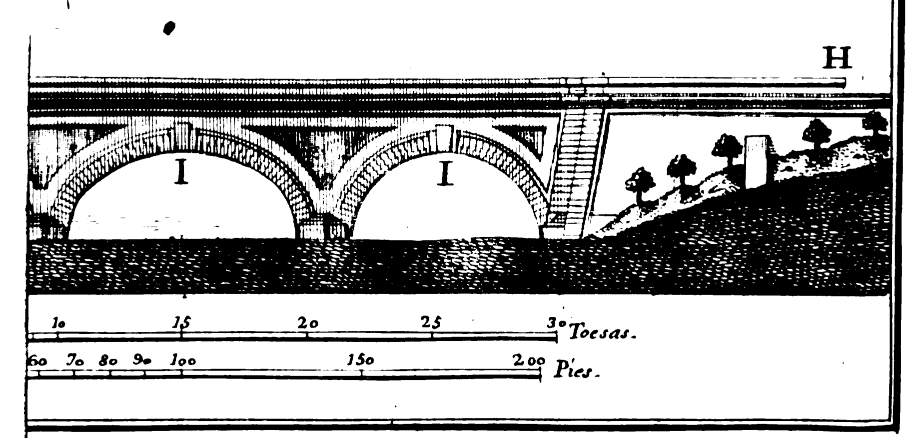
10 15 20 25 30 *Toesas.*

50 60 70 80 90 100 150 200 *Pies.*

67.



66.





torrente sin agua lo mas del año, pero acarrea de repente muchísima en tiempos de grandes lluvias. El canal le salva por entre dos diques de una misma altura que forman su madre. El trámite donde este riachuelo entra en el canal, se llama el *trámite de Pechlaurier*, por llamarse así la inclusa inferior. Ognon entra en el canal bastante cerca de la inclusa superior, llamada *inclusa de Ognon*. Unas 187 varas lexos de esta inclusa, se ha hecho en el canal una media inclusa con dos hojas de puertas, picudas del lado por donde vienen las aguas, con el fin de impedir que las aguas cenagosas del *Ognon* enturbien lo demas del trámite de Pechlaurier, cuyas aguas prosiguen su curso por mas arriba del dique del mediodia, y ván á morir en el rio Aude. Hay tambien al lado de la media inclusa 4 escurrideros por los quales las aguas del Ognon pasan con mas brevedad al rio Aude, el qual por lo regular está mucho mas baxo, bien que en sus mayores avenidas pasa el nivel del suelo de los escurrideros.

Dos millas lexos de Ognon está la inclusa de *Jouarre*, una de las mas altas del canal: tiene unos 14 pies de caida, y sin embargo de esto se pasa en 8 minutos.

368 El rumbo que acabamos de pintar menudamente ocasionó muchos debates al tiempo de la construccion del canal: se acababan de experimentar las dificultades propuestas por la ciudad de Carcasona; y así que se llegó al rio Ognon, ocurrieron otras disensiones. Morgues estaba por el rumbo que sigue hoy dia el canal, por entre el peñasco de Pechlaurier y el rio Aude; y Clerville, cuyo dictamen era opuesto á que el canal pasara del lado de Marseillete, era de opinion que se dexara el camino de Argens, Roubia, Paraza, &c. para atravesar allí el Aude, aprovechando una cordillera de peñascos, la qual á manera de calzada atraviesa aquel rio.

Verdad es que tomando este rumbo el canal habia de seguir una llanura; pero sobre que entonces se hacia preciso atravesara otra vez el Aude, ocurrian millares de inconvenientes.

Gi-

Giladé, bien fuese para huir de algunos, bien deseoso de aprovecharse de todas estas disputas y tropiezos para arrimar el canal á la ciudad de Narbona su patria, en lo que tenia puesto empeño, propuso que se dirigiese el canal ácia *San Marcel* para guiarle desde allí á Capestang. Al cabo Riquet decidió la controversia: mandó sostener el nivel del canal á la mayor altura que se pudiera, hasta tan cerca de Capestang como fuese posible. Cuyas disputas ocurrieron otra vez, segun hemos referido, así que se llegó al Malpas.

369 Despues del rio Ognon se encuentra un gallipuente de tres arcos, por debaxo del qual pasan las aguas del rio *Argendouble*. Encima de este gallipuente tiene el canal un aliviadero de 60 varas 2 pies de largo con muchos arcos por los quales sigue el anden, y un escurridero. El gallipuente, el aliviadero y el escurridero se llaman *de Argendouble*, ó *de la Redorte*, por ser este el nombre de la venta donde hace mediodia el barco de posta.

Tres millas mas allá está el estanque de Marseillette, al qual dá su nombre un pueblo así llamado, que está 3 millas mas allá.

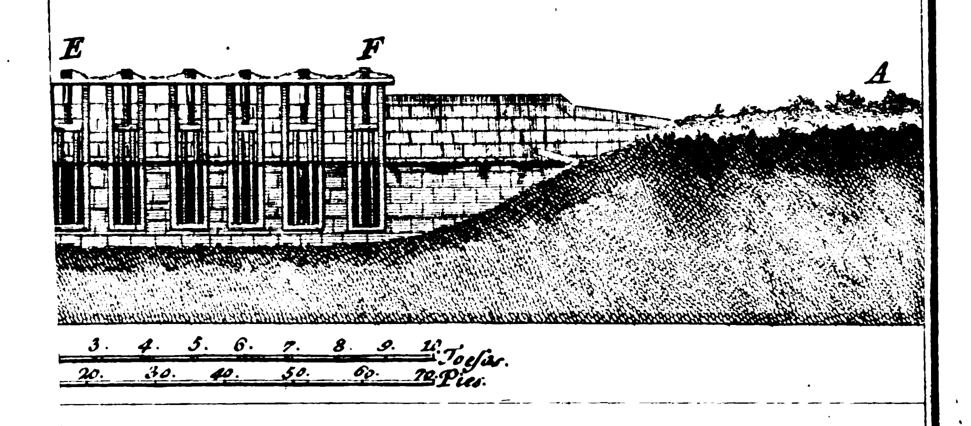
Como el aqüeducto del *Aiguille*, que se comunica con el estanque de Marseillete, fuese demasiado chico, y estuviese en mal estado, los dueños del canal le mandaron edificar otra vez en el año de 1774, haciéndole quatro veces mas ancho, y dos veces mas hondo: se le fabricó al lado del canal, el qual sigue por el nuevo aqüeducto: mediante esto, no hay necesidad de interrumpir la navegacion del canal, aunque ocurra hacer obras nuevas.

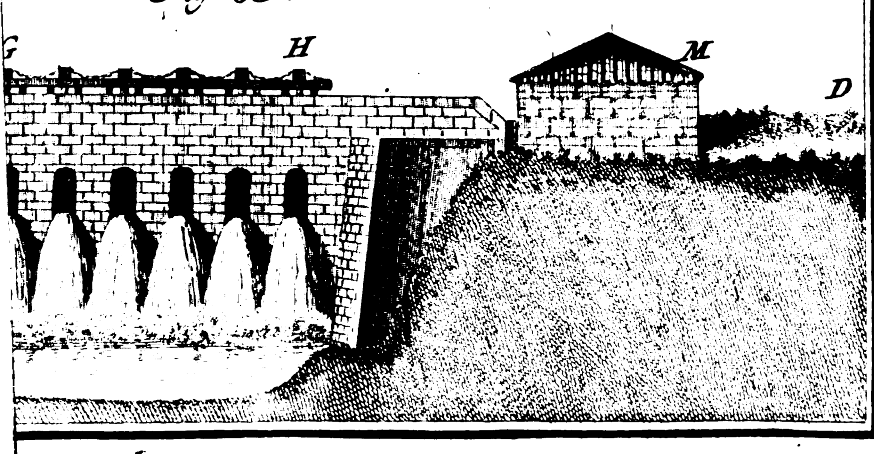
A la distancia de 4 millas de Marseillete, y otras tantas de Carcasona, está la villa de *Trebes*. Allí pasa el canal tan inmediato al rio Aude, que quasi le toca. Ha sido preciso levantar una escarpa de sillería apeada de tres espolones, cerca de la tripla inclusa de Trebes. En este parage el canal está abierto en peña viva en un trecho de una legua, bien que en lugar de 23 varas 1 pie de ancho, no tiene mas que 16 varas 1 pie.

El

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Toesas.

10 20 30 40 50 60 70 Pies.


Fig. 70.
E
F
A
3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. Toesas.
20. 30. 40. 50. 60. 70. Pies.


Fig. 69.
G
H
M
D

El socorro de agua de Orviel, uno de los mas considerables del canal, está tambien cerca de Trebes, y corre por una zanja de 933 varas 1 pie de largo puesta en la antigua madre del canal, à la qual sostiene un dique y la cierra una media inclusa para moderar las aguas. Tambien se le ha hecho un aliviadero para echar el agua sobrante. Lo que sobrà del socorto de Orviel vá por un gallipuente que corre por debaxo del canal, y vá á morir en el Aude algunas leguas mas allá. El aqüeducto de Orviel tiene tres arcos, y es ancho lo que basta para que pasen dos barcos á la par. Las enjutas de la bóveda se han macizado con buena mampostería para ponerlo todo á un nivel: encima se ha echado una capa de mezcla de ladrillo molido, á fin de que las aguas que descansan sobre el empedrado que sirve de suelo al canal, no puedan trasminarse por los arcos, cuya ruina hubieran causado sin esta precaucion.

Fig.

El pie de las banquetas está fortificado con una escarpa de base igual á su altura. Los extremos de cada estribo rematan en paredes á esquadra entarimadas á la orilla del valle, para precaver que las crecientes roben los estribos, y llevan contrafuertes interiores que fortifican estas esquadras, conforme se demuestra aquí.

Las Láminas 49 y 50 demuestran la planta, el corte y el alzado del gallipuente de Orviel.

74. 75. 76.

El corte perpendicular al traves del canal y de su galli puente, demuestra en *E* el ancho y la altura del agua del canal; en *F*, el rio Orviel que corre de la derecha á la izquierda por debaxo del gallipuente, cuyas cepas no se vén, por ser este corte por la linea *CD* entre dos cepas *KK*. Pero en el alzado se vé el rio en *I* entre las cepas del mismo gallipuente, por ser por la linea exterior *AB* de la planta. El canal que corre por la puente *GH* en el alzado, se vé por encima en *LL* en la planta, donde tambien se vé el rio *CD*, que debe figurarse el Lector por debaxo.

370 Acia la inclusa *del Obispo*, dos millas mas allá, se vén obras considerables á lo largo del rio Aude, como lenguas,

encañizados, paredes de piedra seca, para apartar el Aude del canal, y ocasionar bancos de tierra que echen el rio al otro lado.

371 La inclusa y el socorro de agua de *Fresquel* están 4433 varas 1 pie mas allá. El rio Fresquel, que viene de la *Montaña negra*, pasa por cerca del punto de reparto de Naurouse, y vá como costeando el canal en un trecho de mas de 20 millas, y le atraviesa aquí para echarse en el Aude. El estanque mismo de Naurouse dá tambien agua á este socorro por causa de que en acudiéndole demasiada agua, la sobrante se echa en la madre del Fresquel. El dique construido para este socorro de agua tiene 140 varas de largo con seis escurrideros y una puentecilla de 22 arcos por no cortar el anden.

372 Una milla mas allá pasa el canal enfrente de Carcasona, á la distancia de menos de una milla: allí empieza á apartarse del Aude, contra cuyo rio se han tomado, para que no se arrime demasiado al canal, todas las precauciones que se han visto en la parte, cuya descripcion acabamos de dar.

Pero tambien el canal sube aquí con suma rapidez. Se encuentran una despues de otra las inclusas de *Vilaudy*, de *Foucault*, de la *Douce*, de *Arminis* y de la *Lande*. Las de Foucault y de la Lande distan de Carcasona 3 millas: la última es doble: tiene de largo 109 varas 2 pies, y su caida total es de 22 pies 2 pulg. El canal está aquí plantado de chopos de Lombardía que le dán la vista de un hermoso jardin. Del lado del norte de este trozo del canal á la distancia de 9 millas está el socorro de *Alzau*, donde empieza la zanja de la montaña, de la qual hicimos mencion al principio.

373 En *Mesuran* hay un gallipuente. Como el suelo del lado por donde entran las aguas fuese mas alto que el del lado de su salida, se hizo un sumidero revestido de fábrica de mampostería, al qual ván á parar las aguas del contrafoso, para pasar desde allí al gallipuente por debaxo del ca-

canal, cuyo gallipuente tiene 5 pies 10 pulg. debaxo de la clave. El suelo es á manera de bóveda trastornada, á fin de impedir quanto cabe que se junte allí cieno, y procurar que se quede en el fondo del sumidero. La entrada del gallipuente está 7 pies mas alta que el fondo del sumidero, porque así solo pueden entrar en aquel las aguas de la superficie de este. Esta entrada vá en declivio, con lo que el agua se precipita ácia la salida para caer en el segundo sumidero, igualmente revestido de mampostería, con la mira principal de precaver las socavaciones, y particularmente las que acaso harian las aguas que suelta la compuerta de la inclusa de escurridero, cuyo escurridero era muy conveniente para facilitar el desagüe del canal por la zanja siempre que hay necesidad de repararle. Está el escurridero mas arriba del gallipuente; y con el fin de moderar el ímpetu de la caida, se ha hecho la pared en glacis, revestido de sillería, á manera de cimbra, para que sea mayor su aguante. De quando en quando se saca el cieno que con el tiempo llega á amontonarse en ambos sumideros, despues que han pasado por ellos las aguas turbias.

374 La inclusa de la *Criminelle* está 3266 varas 2 pies mas allá, y es la mayor de todo el canal.

375 Mas allá de esta inclusa, á la distancia de 4 millas, se pasa la inclusa quádrupla de *San Roque*, y se llega á *Castelnaudarry*, donde hace noche el barco de posta. El canal forma allí un estanque natural de 466 varas 2 pies sin intervencion del arte, donde los barcos pueden detenerse y repararse: es á la verdad un hermoso puerto donde hay hasta 17 pies y medio de agua, y por lo mismo algunas veces es tempestuoso.

Este es el motivo porque todo alrededor se le ha revestido con un espolon parte de sillarejo, parte de sillería, y se le ha hecho una isla tambien revestida de mampostería, plantada de sauces, por detras de la qual pasan los barcos resguardados del viento leste, que en Lenguadoc sopla con violencia y mucha freqüencia.

Hay tambien del lado del mediodia un aliviadero para dar salida á las aguas superfluas que tenga el estanque.

Seis millas lexos de Castelnaudarry está el punto de reparto ó la cumbre del canal y el estanque de Naurouse, todo abierto en peña viva, de figura octógona prolongada largo de 466 varas 2 pies, ancho 365 varas, de 158 varas 2 pies por lado, y 1269 varas 1 pie de ámbito: está revestido de sillería, habiéndose gastado unas 12704 varas cúbicas de mampostería en el espolon de todo alrededor.

Habia de contino en este estanque de 8 pies 2 pulg. á 9 pies 4 pulg. de agua, para enviar la suficiente á cada brazo del canal por las dos inclusas del Mediterraneo y del Océano que iban á parar á dos de sus ángulos cada uno al suyo. Se llegaba al estanque por estas dos inclusas llamadas *inclusa del Médico*, del Mediterraneo, ó *de Narbona*, é inclusa de *Monferran*, de *Tolosa*, ó del Océano. Pero como los ayres recios incomodasen mucho este estanque, y le cegasen los bancos de tierra, y otros depósitos que en él se formaban, se substituyó en su lugar un plantío de chopos.

Antiguamente las aguas de este trámite, de Monferran ó del Médico, se reemplazaban de contino con aguas del estanque de Naurouse, cuya falta se suplia con aguas del estanque de San Ferriol. Pero despues de inutilizado el estanque de Naurouse, se han hecho todo á su alrededor dos zanjas paralelas á su circunferencia, que encaminan las aguas del estanque de San Ferriol, para que por dos vertederos entren en la parte mas alta del canal de que hemos hablado, y esta parte es la que se llama *punto de reparto*.

376 Desde el punto de reparto hasta *Tolosa* hay 22 millas de canal, en cuyo trecho hay muchos gallipuentes.

El gallipuente de *Lers* dista 5 millas de Naurouse. Este rio, que viene de *Bauteville*, atraviesa el canal, y le vá costeando hasta cerca de Tolosa por espacio de 15 millas, por cuyo motivo al principio se propuso que sirviese de canal.

Uno de los gallipuentes mas reparables es el de *Saint Agne* cerca de Tolosa, hecho en 1766 á manera de cantimplo-

plora, por el qual el arroyo baxa, y despues vuelve á subir, porque estaba tan alto, que guardando su nivel no era posible que pasase por debaxo del canal. Parece que este gallipuente á modo de sifon no podia menos de cegarse muy en breve con los depósitos de arena, pero le mantiene tan limpio la misma fuerza del agua, que ocho años despues de construido no habia habido todavía necesidad de limpiarle.

377 Al llegar á Tolosa forma el canal una especie de puerto en el arrabal de San Esteban, donde se pensó en hacer un hermoso estanque; pero no tuvo efecto este pensamiento aunque llegó el caso de proponerse.

Por ser mucha la altura del terreno donde se sostiene el canal mas arriba del nivel del Garona, se vió Riquet en la precision de guiarle una legua al rededor de Tolosa, en cuyo rodeo hay 4 inclusas, de las quales la última se llama la *inclusa del Garona*, porque se abre con efecto en este rio, en el parage donde empieza á ser navegable.

378 Con la mira de facilitar el embarco de las mercaderías de Tolosa, se abrió en 1773 un ramal nuevo del canal que empieza desde la puerta interior de la Ciudad, y se vá á juntar con el gran canal antes de llegar á la inclusa del Garona, sin necesidad de que pasen los barcos por el postigo de *Basacle*.

DE LOS CANALES DE RIEGO.

379 El destino de estos canales es fertilizar las tierras, guiando por ellos el agua de los rios, á los quales para este fin es preciso hacer sangrías; punto muy dificultoso por causa de la proporcion con que el agua del canal de riego debe repartirse entre los hacendados, conforme pide la equidad. Antes que declaremos el método por el qual debe hacerse este equitativo repartimiento, propondremos algunas consideraciones generales acerca de los canales de riego.

Consideraciones generales acerca de los canales de riego.

380 Supondremos que el rio está mas alto que las tierras que ha de regar con sus aguas, sin pararnos en la distancia á la qual ha de llegar el agua, como no sea excesiva, y no haya obstáculos que atajen su curso. Se escogerá rio arriba el parage mas á propósito para principio del canal de riego, á fin de poder encaminar el agua al punto mas apartado del primero, dándole al canal el declivio y ancho correspondiente á su destino, lo que solo puede determinarse con el auxîlio de un mapa muy puntual. Como del canal han de salir muchos ramales, se le procurará guiar por collados donde se le pueda mantener á determinada altura, dándole tal declivio, que á igual distancia del principio del canal, ó al paso que se fuesen alejando del punto de la sangria, mantenga sus aguas constantemente mas altas que las del rio. Quiero decir, que si la madre del rio tuviese v. gr. media linea de declivio por vara, y se le dá al canal una quarta de linea no mas, este se hallará á la distancia de 400 varas mas alto 8 pulgadas 4 lineas que el nivel del agua del primero á la misma distancia.

Porque á la distancia de 400 varas las aguas del rio correrán 200 lineas mas baxas que no en el punto de la sangria, y las aguas del canal 100 lineas no mas; luego á la expresada distancia las aguas del canal estarán 100 lineas mas altas que no las del rio, cuyas 100 lineas componen 8 pulgadas 4 lineas.

381. Acerca de lo qual conviene saber que, segun algunos Autores, los rios mas rápidos no suelen tener mas que una linea de declivio por vara, ó 16 pulgadas 8 lineas en un trecho de 200 varas, reputándose por torrentes siempre que sea mayor su declivio. Será, pues, preciso reconocer todas las tierras que se podrán regar á lo largo del canal, ensanchándole á proporcion de lo que se le alargare, ó del declivio que se le diere. Porque es cosa sabida (65) que

72.

B

71.

D

C

1 10 20 30



E

73.

3 4 5 6 7 8 9 10 toesas

10 20 30 40 50 60 pies

76.

E

75.

H

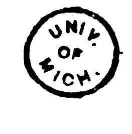
I I

10 15 20 toesas

100 pies



74.



que el volumen de una agua corriente crece á proporcion del declivio que se le quita; esto es, que si se le quita la mitad v. gr. el agua camina con una velocidad la mitad menor (65); pero su altura crece la mitad mas. Este es un punto que pide muchísimo pulso por los malos efectos que no puede dexar de causar el darle al canal mas ó menos agua de la que se quiere.

Para precaverlos, bastará saber quanta extension de tierra habrá de regar el canal, y será necesario obren acordes los vecinos en orden á lo que cada uno habrá de contribuir al pago de las tierras que el canal ocupará, á proporcion del beneficio que cada uno esperare del riego.

382 Con cuya mira se levantará desde luego el mapa de las tierras expresando las nivelaciones necesarias, cuyos puntos, los principales por lo menos, será preciso queden señalados con señales fáciles de encontrarse al tiempo del rompimiento de las zanjas, á fin de que sirvan de guias á los que tuvieren á su cargo esta obra.

Será necesario preparar la superficie del terreno que se quisiere fertilizar con el riego, conforme consientan su figura, y los recovecos que forzosamente hubiere de hacer el canal, con la mira de que en todas partes pueda encaminar facilmente el agua á las haciendas. En los ramales ó canales particulares se plantarán á trechos compuertas, cuyo destino será facilitar la distribucion por medio de canales menores, por los quales no ha de correr mas agua que la que toque á cada hacendado. Es de suma importancia dar á los ramales del canal principal, y á las zanjas que de ellos salgan el ancho y largo correspondiente á la cantidad de agua que por ellos se haya de repartir, con arreglo á la velocidad con que ha de caminar, y al trecho que haya de andar.

Método para distribuir con equidad las aguas de un rio, acequia, &c.

383 Claro está que no se puede sangrar un rio con el

fin de beneficiar con el riego de sus aguas las tierras, sin saber primero la cantidad de agua que lleva ó pasa por su seccion perpendicular; porque casos hay donde ha de ser limitada la cantidad de la sangria, por no imposibilitar la navegacion quando es rio que se navega, ó por otros motivos. Pero fuera de esto se hace indispensable averiguar la cantidad de agua que lleva un rio, siempre que se trata de una acequia, canal ó zanja de distribucion, á fin de saber entre quantos hacendados se podrá repartir el agua que lleva, y determinar la parte que, segun lo convenido, corresponda á cada uno. Nos detendremos, pues, en esta averiguacion fundamental, y lo que dixéremos acerca del rio ó acequia, que servirá de exemplo, deberá igualmente entenderse de otro conducto qualquiera cuya agua se hubiere de repartir entre muchos interesados, como en él concurran las circunstancias que para el caso son precisas.

384 Antes de todo señalaremos la medida con que valuaremos la cantidad de agua que lleva un rio; llamarémosla *real*, cuyo nombre daremos á la cantidad de agua que arroja una boca de un pie castellano en quadro, con una velocidad que camine 1000 varas v. gr. por hora en un canal de buque proporcionado y libre de todo estorbo.

385 Importa, pues, averiguar esta velocidad; para cuyo fin servirá el *nadador*, conforme queda enseñado (63). Póngase el nadador en el filon de la corriente, y siguiéndole con un relox en la mano todo el tiempo necesario, véase si el agua anda 1000 varas en una hora ó en 60′. Si las anduviere, servirá dicho conducto de raiz respecto de todas las sangrias, pues llevará el agua con la velocidad que ha de servir de norma. Pero al tiempo de hacer esta averiguacion será preciso, siempre que el ayre ú otra causa arrime el nadador á la orilla, ponerle otra vez á toda prisa en el filon. Este método solo sirve respecto de los orificios que tienen rectos los conductos en el trecho de las 1000 varas por lo menos, y estos sus lados paralelos todo lo posible, y proporcionada su altura; porque si el conducto fuese torcido y tu-

tuviese recodos, la bola se arrimaría con freqüencia á las orillas, saldria muy incierta la observacion, y no podria servir de fundamento para una distribucion equitativa.

386 Si acaso el orificio, bien se halle hecho ya, bien se haga de intento, fuese tal que, no faltando circunstancia alguna esencial para la averiguacion propuesta, el agua que arroje no ande las 1000 varas por hora, se le dará al orificio ó mas anchura ó mayor altura, con el fin de que su area ó luz corresponda al intento. Son estos dos casos de mucho momento.

1.° Quando se quiera hacer mayor el ancho del orificio, se multiplicará el que tuviere, expresado en pulgadas, por las 1000 varas, se partirá el producto por el número de varas que el agua anduviere en una hora, el cociente determinará en pulgadas la que habrá de tener el ancho del orificio, manteniéndose respecto de él el agua á una misma altura, para que la que despida ande 1000 varas por hora.

Supongamos v. gr. que siendo 12 pulgadas el ancho del orificio, el agua que arroja, manteniéndose constantemente á la misma altura, camine 800 varas por hora; el producto 12000 de 12 por 1000 partido por 800, dará el cociente 15 pulgadas, y estas son las que convendrá tenga de ancho el orificio. Si el agua caminare 1300 varas por hora, se sacaría, practicando lo propuesto, que el ancho del orificio convendria fuese de 9 pulgadas $2\frac{1}{4}$ lineas.

387 2.° Es igualmente facil dar al orificio la luz correspondiente con variar su altura, levantando la compuerta sin tocar á su ancho. Para cuyo fin se multiplicará el ancho por lo raiz cúbica del quadrado de 1000, se partirá el producto por la raiz cúbica del quadrado del número de varas que, por lo observado, anduviere el agua en una hora, el cociente señalará las pulgadas y partes de pulgada que habrá de tener de alto el orificio. Supongamos, como poco ha, que el agua camine 800 varas por hora; el quadrado de 1000 es 1000000, cuya raiz cúbica es 100; el producto de està raiz por 12 es 1200; el quadrado de 800 es 640000 cuya raiz cú-

Fig. cúbica es 86; 1200 partido por 86 dá el cociente 14 cuyo número expresa las pulgadas que debe tener de alto el orificio. Si el agua caminare 1300 varas por hora, sacaríamos, practicando lo propuesto, que se le deberian dar 10 pulgadas de altura al orificio.

388 El acierto de esta determinacion vá mas aventurado quando se varía la altura del orificio, que no quando se altera su ancho; por lo que, como no lo estorbe algun impedimento insuperable, mejor será alterar el ancho que no la altura de la boca.

Si la luz tuviese dos, tres, ó quatro pies de ancho y uno de alto, el cálculo se haría del mismo modo, tanto para variar su ancho, como para variar su altura; toda la diferencia estaría en que en vez de multiplicar 1000 por 12 pulgadas, se le multiplicaría por 24, 36 ó 48 pulgadas, segun los casos.

389 Como la determinacion que aquí nos ocupa es de la mayor importancia, propondré otro modo de executarla, ya por precaver las equivocaciones que se puedan padecer con el nadador, ya con el fin de ser igualmente facil, mas acomodado y seguro, y adaptable á qualquiera cantidad de agua que se quiera sacar, sea el conducto recto, torcido, corto, largo, &c. tambien servirá este segundo método para comprobar el resultado que se sacare por el primero. Nos valdremos de un instrumento cuya descripcion dimos igualmente (V. 604), y la repetiremos aquí mucho mas menudamente.

Hágase una bola de una pulgada de diámetro al poco mas ó menos, de madera pesada, muy seca, que no se raje facilmente, v. gr. de nogal; se le hará un agugero de unas tres lineas de diámetro, que cale desde la superficie hasta el centro, y llénesele de plomo derretido; la bola ha de tener

1. una sortija para atarla. Téngase á mano (Lám. 51) un quadrante de círculo *ACB* dividido en 90 grados, y en su centro átense dos hebras fuertes de seda cruda, de la una *CP* ha de colgar un peso ó plomo *P*, y de la otra, mas larga que la prime-

mera, colgará la bola. Quando se quiera medir con este instrumento la velocidad de una corriente, se le pondrá muy á plomo, de modo que el cordon *CP* esté muy arrimado, y enrase con su canto interior; se echará la bola al agua, cuya corriente se la llevará, quedando entre la hebra *CP* y la hebra donde esté atada la bola un arco *AD* ó *AE*, cuyo ángulo llamaremos *ángulo de desvio*, y sirve para medir la velocidad conforme vamos á declarar.

Fig. 1.

Se pondrá tirante desde la una orilla á la otra una cuerda muy perpendicular á ambas; se la dividirá en tres trozos iguales, si fuese poco el ancho del rio, ó en muchos mas si tuviese el rio mucha anchura, señalando cada division con un nudo, almazarron, &c. Mejor sería plantar, si se pudiese, una puentecilla de tablas, que no servirse de la cuerda. Como quiera, se aplicará despues el quadrante en los parages señalados, y se apuntarán los ángulos de desvio. Pero como no es una misma la velocidad del agua á distintas alturas de la seccion de un rio, ni tampoco á distancias desiguales de sus orillas (V. 599), será preciso explorar la velocidad en tres partes de cada seccion, es á saber, á flor de agua, en medio de su altura, y cerca del suelo de la madre, cuya operacion se repetirá en tantos parages distintos del rio como se tuviere por conveniente.

Supongamos que por lo propuesto se averigüe que los tres ángulos de desvio del filon son respectivamente 10, 8, 6, los tres de la orilla derecha 8, 7, 6, y los tres de la orilla izquierda sean 7, 5, 3; se sumarán unos con otros los tres ángulos de cada estacion, y saldrán las tres sumas 24, 21, 15; se partirá la suma por 3, número de las inmersiones, y saldrán los cocientes 8, 7, 5, estos serán los ángulos medios, cuya suma 20 se dividirá por 3, número de las estaciones, y el cociente 6° 40′ será el ángulo medio de desvio. Esto quiere decir que un canal ó acequia del mismo ancho y con la misma altura de agua que el propuesto, cuya agua corre en todas sus partes de modo que aparte ó desvie la bola de la perpendicular 6° 40′, llevará en tiempos iguales la misma can-

cantidad de agua que el rio ó la acequia del caso figurado.

390 Una vez determinado el ángulo medio de desvio del rio ó canal principal, se sacará la raiz quadrada de su tangente, cuya raiz expresará la velocidad de la corriente: Por cuyo motivo pongo aquí una tabla de las raices quadradas de las tangentes de todos los ángulos desde 1 grado hasta 70 grados, el máxîmo de todos; previniendo que las raices señaladas con el signo + llevan algun exceso á las verdaderas, y las que llevan el signo — son algo menores.

Tabla de las velocidades correspondientes á los diferentes ángulos de desvio.

Gr.		Gr.		Gr.		Gr.		Gr.	
1	41+	15	163—	29	236+	43	305—	57	392—
2	50—	16	169—	30	240—	44	311+	58	400—
3	72—	17	175+	31	245—	45	315—	59	408+
4	84+	18	180—	32	250+	46	322+	60	416—
5	93—	19	185—	33	255+	47	328+	61	425+
6	102—	20	191+	34	260+	48	333—	62	434+
7	111+	21	196+	35	264—	49	339—	63	443+
8	118—	22	201—	36	269—	50	345—	64	452—
9	126+	23	206—	37	274—	51	351—	65	463—
10	133+	24	211+	38	279—	52	358+	66	474+
11	139—	25	216+	39	285+	53	364—	67	485—
12	116+	26	221+	40	289—	54	371+	68	497—
13	152+	27	226+	41	295+	55	378+	69	510—
14	158+	28	230—	42	300—	56	385+	70	524—

391 Despues de averiguado el ángulo medio de desvio, que supongo sea de 6° 40′ se medirá la altura de la seccion del rio en distintos parages, se sumarán unas con otras todas las alturas halladas, cuya suma se partirá por el número de los parages donde se hubieren medido; el cociente expresará en pies y pulgadas la altura media de la seccion; supóngola de 6 pies 4 pulgadas, siendo el ancho del rio 20 pies; se multiplicará el ancho por la altura media, y saldrá

drá el producto 127, con despreciable diferencia. Hecho esto, se acudirá á la tabla, por la qual se verá que á los 6 grados corresponde el número 102, y á los 7 grados el número 111, cuya diferencia es 9. Lo que toque á los 40 minutos se hallará diciendo: si por un grado de diferencia señala la tabla la diferencia 9 ¿por 40′ de diferencia que diferencia dará? ó

$$1° = 60' : 9 :: 40' : R = 6,$$

cuyo quarto término se sumará con 102, cuyo número en la tabla corresponde á 6°, y su suma 108 expresará la velocidad del agua. Multiplicando finalmente 108 por 127, el producto 13716 expresará la cantidad ó cuerpo de agua que lleva el rio.

Explórese despues con el nadador por espacio de 10 á 20 minutos la velocidad de la corriente, y supongamos que por una regla de tres camina 900 varas en una hora; de aquí inferirémos que no lleva 127 reales de agua, conforme se saca multiplicando el ancho de la seccion por la altura media determinada; y como el ancho de la madre no se puede equivocar, será evidente que la altura media determinada no será la verdadera, y que el cuerpo de agua que lleva la seccion no es de tantos reales como hemos hallado. Es, pues, indispensable hacerle á la altura media la debida correccion.

Para cuyo fin, multiplíquese 1000 por 20, ancho de la seccion, por el producto 20000 partiremos 114300, producto de las 900 varas que anda la corriente por el area hallada 127, el cociente $5\frac{1}{7}$ expresará otra altura media del rio. El producto de esta altura por 20 será 113, número de los reales de agua que lleva la seccion, es á saber 14 reales menos de los que se sacaron por el método comun. Se podrá, pues, decir que el rio lleva 113 reales de agua.

392 Supongamos ahora que de estos se le quieren quitar al rio 6 reales; al orificio, que será un regulador variable, se le darán 6 pies de ancho y 1 pie de alto; se concluirá el canal ó la acequia de distribucion, se le echará el

agua

agua para que por él corra algun tiempo, pasado el qual se rectificará la medida señalada al principio toscamente. Despues se averiguará con el nadador si en el canal de distribucion anda el agua mas ó menos de las 1000 varas por hora, con el fin de mudar la altura ó el ancho del orificio, segun mas acomode (388), expresando su area, y la alteracion que se le hiciere con las mismas unidades ó medidas, con las quales se hubieran hecho desde el principio los cálculos; y luego que sea el area de la luz qual conviene para que el agua que arroje ande las 1000 varas por hora, habrá certeza de que dará los 6 reales de agua.

393 Es este punto de tanta importancia, conforme tengo dicho desde el principio, que quiero enseñar otro modo de rectificar la operacion para que se le saquen al rio cabales los 6 reales de agua.

I. Supongo que la altura media de la seccion del rio sea $6\frac{1}{3}$ pies, y su ancho 20 pies. Se multiplicará este ancho por la altura, y saldrá el producto 127+; multiplíquese este producto por 108, número correspondiente á la velocidad media, saldrá el producto 13716; multiplíquese este por 6, número de los reales de agua que se quieren sacar, saldrá el producto 82296 que llamaremos *A*.

Sea ahora 93 el número de la tabla correspondiente á la velocidad media, la qual por lo mismo será de 5 grados. Multiplíquese 93 por 1, altura de la luz, saldrá el producto 93; multiplíquesele por 113, número de los reales efectivos de agua que lleva el rio antes de la sangría, saldrá el producto 10509 que llamaremos *B*.

Ultimamente, pártase el producto *A* por el producto *B*, el cociente 7 pies 10 pulgadas manifestará que la luz habrá de tener 7 pies 10 pulgadas de ancho, y que por lo mismo será preciso ensancharla 1 pie 7 pulgadas para sacar la cantidad de agua que se desea. Aquí sigue el cálculo.

Al-

Altura de la luz..	20	
Multiplicada por el ancho.....	$6\frac{1}{3}$	
producto......	127+	
Multiplicado por la velocidad media	108	
producto.......	13716	
Multiplicado por reales de agua ..	6	
producto....	A 82296	

Velocidad media	93
Multiplicada por la altura de la luz	1
producto......	93
Multiplicado por reales efectivos..	113
producto....	B 10509

$$\frac{A\,82296}{B\,10509} = 7\frac{8733}{10509} = 7 \text{ pies } 10 \text{ pulg.}$$

394 Si acaso la velocidad media del agua que sale por el orificio fuese mayor que la del rio, y fuese v. gr. de 9 grados, el cálculo no por eso dexará de hacerse del mismo modo, sin mas diferencia que substituir en lugar de 93 el número 126 correspondiente á 9 en la tabla; en cuyo caso se sacaría que el ancho habria de ser no de 6 pies, sino de 5 pies 2 pulgadas. Sigue el cálculo.

20	126
$6\frac{1}{3}$	1
127+	126
108	113
13716	B 14238
6	
A 82296	

$$\frac{A\,82296}{B\,14238} = 5{,}78 \text{ pies} = 6 \text{ pies } 4 \text{ lineas,}$$

cuyo cociente está manifestando que bastará con que la luz tenga 6 pies 4 lineas de ancho.

395 Los exemplos propuestos tambien enseñan lo que debe practicarse para hacerle al mismo rio otra sangria qualquiera; todo estará en mudar en los exemplos el número que exprese su cantidad. Pero no deberá contentarse el práctico con la primer operacion, será necesario que la rectifique con sumo cuidado.

Por

396 Por el mismo método se averigua igualmente quanta agua se podrá sacar de un rio para el riego ú otros fines, sin empobrecerle demasiado, y sin perjuicio de los hacendados que la tomen desde mas abaxo. Porque como la regla determina los reales de agua que el rio lleva, tambien manifiesta los que se le podrán quitar, conforme le entre ó pierda mas agua en su curso. Para cuya operacion será indispensable averiguar primero con certeza si al rio le sobrará ó faltará agua, repitiendo en diferentes parages las operaciones expresadas, con el fin de calcular despues la cantidad de la sangria que se le podrá hacer atendidas todas las circunstancias.

397 Tambien se sabrá por nuestra regla si el agua está repartida con equidad; porque en sabiendo las cantidades de agua que le tocan á cada hacendado, y el cuerpo de agua que lleva el rio ó cauce propuesto; con tomar aquel ó alguno de estos por fundamento de la operacion, se averiguará facilmente si el repartimiento está hecho como corresponde, y si alguno de los particionarios tiene mas ó menos agua de la que le toca.

398 Aunque es cierto que el agua de los rios corre mas acelerada junto al suelo que cerca de la superficie, y en medio que no junto á las orillas, tambien es constante que la resistencia del mismo suelo y la de las orillas es causa de que el aumento de velocidad no llega en los parages expresados al punto que debiera por los principios de la teórica. Y como la resistencia del suelo y de las orillas se hace tanto mas reparable quanto menor es el cuerpo de agua que el rio ó cauce lleva, síguese que en igualdad de circunstancias, aunque sea uno mismo el declivio de la madre, en dos casos distintos, correrá tanto mas veloz un rio ó cauce quanto mayor fuere el ancho y la altura de su seccion. Este es el motivo por que quando en el cálculo fundamental se supone que el agua ha de caminar 1000 varas por hora, será preciso atender á esta diferencia, rebaxando un 10 por 100 siempre que el cuerpo de agua pase de 6 reales, no rebaxan-

xando nada si fuese de entre 6 y 3, y añadiendo un 3 por 100, si no llegare á los 3 reales de agua. Entonces, siempre que se haya de partir ó multiplicar algun número por 100, en lugar de este número se substituirá 900 ó 1100, segun los casos, y los resultados serán cabales ó muy aproxîmados. Si el suponer que el agua camina 1000 varas por hora incomodare, se hará otro supuesto que mas acomode, teniéndolo muy presente en todos los cálculos.

Canales para desague de las tierras pantanosas.

399. Los pantanos provienen de varias causas, que pueden ser 1.° las aguas llovedizas; 2.° manantiales; 3.° las aguas de algun rio cercano al parage pantanoso, las quales trasminándose, se desparraman, y dexan, como tenga el terreno bastante consistencia, varios pintanos; 4.° la misma naturaleza del terreno, si fuese de calidad que se vaya baxando; 5.° los amontonamientos que suelen hacerse en los rios mal cuidados de diferentes materias, los quales son ocasion de freqüentes inundaciones.

Sea la que fuere la causa de los pantanos, lo cierto es que sus aguas, por ser aguas detenidas, causan muchos y gravísimos perjuicios á los hombres y los animales; los daremos á conocer aquí algo por mayor estos daños antes que enseñemos como se desaguan las tierras encharcadas ó inundadas. Su desagüe no solo es util, mas tambien necesario: util, por ser de mucho provecho restituir á su destino natural, la agricultura, las tierras pantanosas: necesario, porque los vapores ponzoñosos que las aguas de los charcos y pantanos arrojan, perjudican á la salud de los que viven en sus cercanias, y matan infinita gente. Hasta al ganado alcanzan, como lo hemos insinuado poco ha, los pestíferos influxos de los pantanos, para el qual son tambien un manantial inagotable de enfermedades. Este es el ramo donde puede lucirse la beneficencia del Gobierno, especialmente quando los pantanos provienen del poco cuidado de los rios,

 pre-

precaviendo con sus providencias tantos males, y zelando el que se hagan las obras dirigidas al intento.

Perjuicios que causan los pantanos.

400 Los acabamos de expresar; ahora manifestarémos como los causan las aguas detenidas; con cuyo motivo hablarémos del asunto con alguna mas individualidad.

El ayre es un elemento que se introduce en los cuerpos por todas partes. Los llena, como sea puro, de bálsamo; pero les comunica un sutil veneno, mas ó menos eficaz, si está podrido ó dañado. Todos los Médicos de todos los tiempos antiguos prohijan estos mismos efectos al ayre: los modernos añaden, que un suelo negro, pegajoso, bituminoso, qual es el de los pantanos, y parece efecto de la putrefaccion, inficiona todo el ayre de los alrededores.

Muchos Médicos son de opinion que el ayre malsano que respiramos es la causa de la mayor parte de las enfermedades inflamatorias de nuestro cuerpo, el qual causa mas males que los excesos del régimen. Las aguas corrompidas, los montones de lodo, de vegetales podridos, y otras substancias del mismo jaez le introducen la infeccion. Los hálitos que despiden causan todos los dias enfermedades pútridas que hacen horrendos estragos. Por este medio se envenenan, sin sentirlo, millones de personas con respirar un ayre impuro.

El ayre que despiden las aguas encharcadas mata, en tiempo de verano, muchísima gente, y es mas temible que la peste; porque luego que esta se manifiesta todos procuran precaverse, todos huyen; pero del ayre nadie malicia siquiera pueda ser dañoso, al paso que incesantemente todos le respiran. Los que viven en las inmediaciones de los pantanos están expuestos, mas que nunca, en verano á una infinidad de males. El ayre, primer principio de la vida, es entonces, por su impureza, la causa indefectible de la muerte. Todos los Médicos observadores han calificado en todas par-

partes los hálitos hediondos, vengan de donde vinieren, de causa segura de la destruccion de la especie humana.

401 Los Médicos prohijan igualmente al influxo del agua detenida en los pantanos, y del légamo que despues que los rios se salen de madre queda desparramado en las praderas, la causa de las enfermedades del ganado; por lo que, es importantísimo agotar su manantial.

Por las consideraciones de la Sociedad Médica de Ginebra acerca de las enfermedades del ganado mayor, consta que una *epizootia*, la qual por primera vez se manifestó en Venecia en 1711 en un buey venido de Dalmacia, destruyó en aquel Estado casi todos los animales, igualmente que en el Milanés donde tambien se comunicó. Solo en el Piamonte mató 70000 cabezas, y habiendo penetrado en Francia, arruinó el Delfinado, el Liones, las Provincias de Borgoña, Alsacia y Lorena: todas las Provincias de aquel Reyno han sido unas despues de otras asoladas desde el año de 1744 de esta epizootia. Guiena y Gascoña padecen todavia de las que han experimentado años atrás. Hay muchos exemplares de haberse pegado peste á las personas de resultas de una epizootia pestilente de ganado; y esto se ha visto no ha muchas años en la Provincia de Champaña. En cuya Provincia hubo en 1744 una epizootia endémica, y al año siguiente murieron muchísimas personas de una horrenda epidemia.

Manifestóse pocos años ha en la Marca Electoral de Brandemburgo una enfermedad epizoótica contagiosa, entre cuyos síntomas es uno el quebrantamiento de los huesos; el ganado se pone flaco en tanto extremo, que el espinazo le pasa la piel, y despues se quebranta, cuya enfermedad se creyó mucho tiempo que provenia de comer el ganado una planta llamada por este motivo *quebrantahuesos*. Pero el docto Gleditsch acaba de impugnar esta opinion, y prueba que esta planta no tiene influxo alguno en los accidentes que particularmente se le atribuyen como causa, afirmándose en que todos proceden de que en los pantanos recien desagua-

 dos

dos no se crian sino plantas de ninguna substancia y pastos de mal alimento para el ganado. De aquí se origina forzosamente, dice Gleditsch, una depravacion de los humores, causa de una enfermedad particular que ablanda y quebranta los huesos.

Lo cierto es que antes que el ayre, el sol y los yelos purifiquen el terreno desaguado, las hierbas que cria al principio no pueden menos de ser de mala calidad; pero luego las crian de mucho y buen alimento y saludables, especialmente si se procura que las dé el fuego quemando las hierbas que crian al principio.

Como se desaguan las tierras pantanosas.

402 Siempre que las aguas detenidas en un terreno son las llovedizas, es preciso, para desaguarle, saber primero la cantidad de agua de lluvia que cae año con otro en el parage inundado, á fin de darle curso ó salida sin gastos excesivos. Por lo dicho (211) consta que no es una misma en todas partes la cantidad de lluvia; y como la lluvia no cae toda junta, no habrá necesidad de abrir fosos ó zanjas donde quepa toda. Si cada vez sube el agua v. gr. á la altura de media pulgada poco mas ó menos, bastará para que no se encharque ni perjudique á los sembrados, proporcionar los desahogos á la expresada cantidad. Sin embargo lo mas acertado será hacer estos de cabida proporcionada á toda el agua que cae en un tiempo determinado. Pero por ser uno de los fines principales el cultivo de las tierras, debe hacerse la operacion de modo que siendo aguas detenidas no quede siquiera una gota.

403 La cabida de los fosos de desagüe no se puede calcular sin trazar primero indispensablemente los perfiles del terreno por su largo y ancho, de modo que sus dimensiones dén á conocer la extension de las tierras que podrán aprovecharse. Una vez medida la superficie de las tierras como si estuviese tendida en plano, facilmente podrán inferirse el

el número y la cabida de las zanjas. Porque la tierra ha de quedar para siempre libre de pantanos, y le ha de quedar al agua salida por donde escurrirse siempre que empiece, ó vuelva á detenerse. Por su extension se determinará la cabida de las zanjas, las quales se abrirán en los sitios mas baxos que el nivel de las tierras anegadas mas baxas.

404 Quando se quiera desaguar un terreno se abrirá una zanja general ó maestra, con otras particulares. La primera se romperá en el sitio mas hondo atravesándole de un extremo á otro para que reciba las aguas de ambos lados; las zanjas particulares, que todas han de desembocar en la zanja maestra, se abrirán atravesadas en ambos lados de la primera, pero con alguna regularidad; por manera que todo el terreno quede dividido en varios quadrados ó quadrilongos con caminos y fosos á los lados. Aunque la zanja general ha de ser, segun los casos, mas ó menos honda, suelen dársele por lo comun de 5 á 6 pies de hondo, medidos desde la superficie del terreno que atraviesa, y las zanjas particulares, que á ella ván á parar, suelen hacerse hondas un pie menos. Por lo que mira á la anchura de la zanja maestra, y de las particulares, es preciso determinarla por la mayor ó menor superficie de la tierra. La primera podrá ser ancha de 20 á 24 pies, y nunca menos de 6 á 8; el ancho de las zanjas particulares será suficiente como sea de 5 ó 6 pies; bien entendido que su comunicacion con la primera ha de ser facil y desahogada.

Las zanjas que se abren para desagüe de las tierras quasi ó del todo orizontales, y son todas las que se inundan siempre que algun rio cercano se sale de madre, no pueden subsistir mucho tiempo porque no las puede limpiar ni el cuerpo ni la velocidad del agua que llevan. No lo puede el cuerpo del agua, porque llevan poca, y aun esta á temporadas, quedándose detenida las mas de las veces, quando van á parar á rio ó mar, en cuyo paradero, como sucede con freqüencia, no pueden entrar; con lo que deposita en el suelo de la zanja todas las porquerías que acarrea de

los campos. Tampoco las puede limpiar la velocidad del agua que por ellas se escurre, porque esta jamas puede ser tanta que se lleve el légamo de las zanjas, por no ser su declivio tal que acelere la velocidad, siendo así que arrojan las aguas propias, aun quando se quedan bastante orizontales. Otra causa suele tambien influir en que se atrase el curso del agua en estas zanjas, es á saber las plantas aquáticas que en ellas se crian.

405 No hay sino dos modos de desaguar un terreno inundado, de modo que en todos tiempos se le pueda cultivar, sirva para prados ó pastos. Pero de ningun terreno se podrá decir que está beneficiado, quando, aunque no esté inundado, tenga el agua muy inmediata á su superficie, sea de calidad insubsistente, ó no sea á propósito para la labranza. Si un terreno criase, despues de desaguado, plantas salitrosas v. gr. será preciso arrancarlas; donde no, de nada servirá todo quanto se hubiese gastado. En una palabra, no se puede decir de un terreno pantanoso por inundacion que se le ha beneficiado, si no queda en estado de sufrir, quanto permite el arte, un perfecto cultivo, y dar frutos proporcionados al gasto hecho. Voy á proponer los modos de conseguir este fin.

406 Dos enseñan, como dixe poco ha, los Autores de mayor autoridad; el uno por desagüe y el otro por inundacion. El primero se endereza á libertar las tierras de ser inundadas, á lo que estan expuestas, no porque estén mas baxas que el mar cercano, sino porque encontrando las aguas que allá ván á parar algun obstáculo que ataja su curso, se quedan encharcadas; por manera, que con quitar el obstáculo quedan las tierras hábiles para cultivarse. Las tierras se benefician por inundacion quando son tan baxas respecto del nivel del mar, que no es posible desaguarlas abriendo zanjas. En cuyo apuro no hay mas recurso sino procurar que las cubran con sus aguas los rios inmediatos quando corran turbios, á fin de que dexando en ellas la tierra de la turbia, se levante con esto su superficie. Lo propio podria conseguir-

guirse llevando tierra desde lexos, abriendo muchos fosos, Fig. cuya tierra se echase en la superficie, por cuyos fosos se escurriria al mismo tiempo así el agua de las inundaciones, como la de las lluvias, ó de manantiales, si los hubiese. El desaguar un terreno para beneficiarle, y el inundarle con el agua de los rios en tiempo de turbia para levantar su superficie, es lo mas seguro; llevarle tierra lo es poco; y si el terreno por desaguar fuese de alguna extension, saldria tan costosa, que ninguna cuenta tendria practicar la operacion; pudiendose apelar á este recurso solo para levantar el suelo de un corto pedazo de tierra junto á alguna habilitacion, ú otro de indispensable necesidad. Si despues de beneficiado el terreno por alguno de los dos medios propuestos, no quedase todavia de todo punto desaguado, y no fuese posible dar curso á las aguas mas baxas, no por eso habrá que desmayar; porque así que se empiece á cultivar la tierra, las zanjas se irán ahondando, las hojas de los árboles que fueren cayendo, y las plantas que el mismo suelo criare se irán pudriendo, y la superficie se irá levantando poco á poco. Por cuyo medio llegará en pocos años á mucho mayor altura; pero será preciso que el terreno sea firme y consistente; si no lo fuese, lexos de levantarse, despues de desaguado, se irá baxando.

407 Propongámonos, pues, desaguar el barranco *ABC*, cuya agua llega por lo comun hasta la altura *BI*, porque la altura *HDC* impide el curso de las aguas al estanque, laguna, mar, ó rio *EDFG*. Suponemos que la superficie *FG* 2. esté á temporadas mas baxa que *AC*, pues si siempre se mantuviese á la misma altura ú otra todavía mayor, sería inutil todo quanto se practicase para el propuesto desagüe, porque no podria escurrirse á otro sitio mas baxo que *FG*.

Antes de todo se averiguará por la nivelacion la altura del punto *A* ó *C* de la superficie del terreno inundado ó pantanoso respecto del punto *F* de la superficie del estanque, laguna, &c. en tiempos ordinarios, y quando no haya crecientes; despues se señalará el punto *K* dos pies con corta

Fig. diferencia, mas baxo que el punto *F* ó *L*, suponiendo toda la *LFG* en una misma orizontal, y desde el punto *K* hasta el parage mas hondo *B* del terreno, y aun algunos pies mas abaxo, quiero decir hasta *M*, con tal que el punto *K* siempre esté mas baxo que *M*, se tirará la recta *KM*, la qual señalará el declivio de la zanja general del desagüe. El ancho de la zanja se hará proporcionado á la extension del terreno por desaguar; y aunque el punto *M* no fuese sino unas pocas pulgadas mas alto que el punto *K*, no por eso el agua *ABC* dexaria de correr á *FG*, porque á las zanjas de desagüe les basta un declivio quasi imperceptible para dar curso á las aguas, las quales por lo comun son claras ó muy poco turbias. Pero como se puede suponer que el agua del recipiente *FG* crece hasta *DE*, en cuyo caso el punto *D* estará mas alto que el punto *A*, convendrá poner en la boca de esta zanja una compuerta, la qual entonces se cerrará, y solo se abrirá quando el punto *F* esté mas baxo que el punto *A*. Y como una vez hecho el conducto, el agua *AIC* se irá arrimando á *DLK*, se conocerá á la vista si el agua correrá en derechura desde *A* á *F*, ó al contrario. Siempre que esto suceda, deberá cerrarse al instante la compuerta, y para abrirla bastará observar el movimiento del agua por la compuerta, por buena que esta sea y bien construida, ó midiendo como se quiera la diferencia de altura entre el agua de adentro y la de afuera, porque la mayor medida manifestará la menor altura, con tal que ambas se tomen desde una misma señal permanente, se abrirá ó cerrará, segun los casos, la compuerta, si fuesen freqüentes estas alteraciones, del recipiente, como lo son en las lagunas inmediatas al mar, con la qual se comunican, y en los rios cuyo curso impide; entonces sin empeñarse en abrir ó cerrar la compuerta, se introducirá en la zanja una portezuela á manera de válvula, la qual se cierre ó abra por sí. Estas son las puertas que, en el Estado de Venecia, donde hay muchas, llaman *puertas de viento*.

408 Supongamos ahora que el agua de las tierras por des-

desaguar se comunique como *ABIN* con algun rio, estanque &c. mas baxo *LR*, de modo que, por poco que este crezca, el agua *KL* se comunique con la *AI*, estando ambas á un nivel *ABKL*. Si por estar baxo el rio ó estanque, no pasan sus aguas de *FG*, ni tampoco la *AI* por causa del obstáculo *IKF*, y se mantuviese á la altura *BN*. Para conseguir entonces el desagüe será preciso separar en todas partes con un dique *IHK* el terreno anegado de la laguna ó rio, á fin de que las aguas *KL* jamas puedan mezclarse con las del terreno *AI*, cuyo dique deberá construirse tan alto, que mantenga esta separacion, sea el que fuere el estado del recipiente ó paradero *KL*. Hecho esto, se observará con cuidado y preguntará hasta donde llegan las aguas mas baxas del recipiente *KL*, y las aguas medias *MG*; y con tal que el punto *M* esté con corta diferencia dos pies mas baxo que el punto *N*, altura de las aguas mas baxas del terreno, este podrá beneficiarse, pudiéndosele desaguar enteramente. Si el punto *M* estuviese á un nivel con el punto *N*, ó mas alto, no será posible beneficiar la parte mas baxa, y solo podrá conseguirse (suponiendo bueno el terreno) reducir á cultivo la parte que esté dos pies por lo menos mas alta que el punto *M*. Y porque en las inmediaciones de un mar que tenga fluxo y refluxo, el qual se comunique con el recipiente, hemos de suponer que dos veces al dia pueda la altura *MG* subir hasta *KL*, será indispensable poner en la boca del conducto, cuya caida será *DE*, una puerta de viento; teniendo presente que por quedar pocas horas el agua del conducto con libertad de correr, será necesario multiplicar las salidas y las puertas, á fin de que se pueda efectuar en menos tiempo el desagüe; donde no, será imposible. Tampoco ha de haber en las inmediaciones del terreno, cuyo desagüe se procura, manantial alguno, porque si le hubiese saldrá vano quanto se intente para el fin propuesto, como primero no se ciegue el manantial.

Fig. 3.

409 Si entre el terreno por desaguar y el extremo de la zanja hubiese algun rio, cuyas aguas ordinarias corran mas ba-

Fig. baxas que el terreno, no habrá mas recurso sino hacer una mina ó conducto subterraneo por debaxo del rio, la qual salga mas allá, á fin de guiar el agua á un parage mas baxo
4. que el que se desea desaguar. Sea *HK* este parage, cuya agua llega hasta *EG*, y supongamos que por el sitio que la zanja ha de cruzar pasa el rio *AFB*, cuyas aguas ordinarias nunca están mas baxas que *EG*; con la circunstancia que mas allá del rio hay un estanque ú otro rio mas baxo que *HK*, y sea la superficie *QR* de este recipiente mas baxa que la superficie *EG*. Se hará una mina recta *IVN*, ó curva *KMP*; recta, si entre *F* y *V* quedare bastante espacio para la fábrica, y no haya recelo de ser insubsistente el terreno; curva, si el trecho *FV* no tuviese suficiente altura, y pudiera recelarse que el suelo *F* pueda baxarse. La salida *PN* podrá estar al nivel de la boca *IK*, ó mas baxa, segun los casos y las circunstancias; teniendo presente que si *QR* quedase expuesto á alteraciones y crecidas extraordinarias, convendrá poner á la salida *PN* compuertas ó válvulas, las quales siempre que la zanja en lugar de arrojar el agua del desagüe estuviere expuesta á admitir la del recipiente.

410 Declaremos ahora como se benefician las tierras por inundacion; esto es, como se levanta la superficie de las tierras baxas encaminándoles el agua de los rios quando corren crecidos y turbios, á fin de que depositando estos en aquellas tierra y légamo suba su superficie, y yá no se quede en ella encharcada el agua.

Primero nos hemos de detener á considerar un fenómeno de las aguas corrientes, el qual, si no se considera como corresponde, es causa de salir erradas las conseqüencias que se infieren de las proposiciones aun mas evidentes de la ciencia que trata de su movimiento. Es este fenómeno la varia resistencia que experimenta toda agua corriente por causa de la diferencia y desigualdad de las secciones del alveo, ó quando aunque en las secciones del alveo no hay ni desigualdad ni diferencia, se le opone algun impedimento á su curso. Cuya úl-

última causa, si bien parece que deberia obrar el mismo efecto por lo que toca á la aceleracion del curso, le obra todo contrario, atrasándole hasta extinguirle del todo en vez de acelerarle. Figurémonos el canal *FEDC*, cuya seccion *FC* sea mas ancha que la seccion *DE*; es constante que, prescindiendo de la resistencia de las orillas, y suponiendo el canal en un estado permanente, las velocidades en *FC* y *DE* serán en razon inversa de dichas secciones. Si se atendiese al atraso que pueden ocasionar las orillas, suponiendo de ancho igual y constante la seccion *FC*, el atraso sería constante desde *F* á *E*, pero angostándose la seccion en *DE*, el atraso de la corriente, en comparacion de lo que seria si fuesen paralelas las orillas, crecerá en la misma razon que tuviere el seno de la inclinacion del canal con el seno total; quiero decir, tomando por radio la *FE*, en la proporcion de la *AE* á la *FE*. En los parages donde el ancho de la seccion *DE* discrepare poco del ancho de la *FC*, la diferencia será de poco momento; pero puede crecer al infinito á medida que las secciones se fueren angostando mas y mas.

Fig. 5.

411 Quando se supone en un rio algun impedimento, sea el que fuere, sucede lo propio que si en el mismo parage se angostara su seccion; y si bien aun entonces se puede suponer, del mismo modo que si nada alterase la seccion, que pasa por aquel parage el mismo cuerpo de agua que pasaria no habiendo obstáculo, porque al paso que se angosta la seccion sube de punto la velocidad de la corriente; sin embargo no es así. Porque, siempre que el impedimento tiene notable proporcion con el ancho de la madre; quiero decir, es muy ancho respecto de la madre, como entonces crece mucho la resistencia por razon del ímpetu con que el agua dá en el obstáculo, muere parte de su velocidad, y el rio tiene forzosamente que crecer en altura, con lo que sus aguas inundarán las tierras inmediatas si las orillas no fuesen bastante altas. Si el obstáculo fuese un sólido solo y continuo, será facil determinar lo que menguará la velocidad de la corriente. Si toda la parte que atajare el agua se

Fig. se hiciese igual con FA, la BC expresará la merma de la velocidad en la proporcion del seno total EF al seno del ángulo de inclinacion AE ó á su duplo $AE+BD=2AE$.

412 En algunos canales de agua corriente se crian tambien cañas que atrasan mucho el movimiento de la corriente, cuyo efecto causan tambien otras hierbas de menos cuerpo, bien que no en tanto grado. Detenidas por estas causas las aguas, inundan con freqüencia las tierras inmediatas á sus recipientes, sin que sea posible remediar el daño. Bien se vé que esto proviene de que así las cañas como las hierbas son un verdadero obstáculo al movimiento del agua, cuya resistencia es diferente y mayor de lo que corresponde al tamaño del impedimento considerándole como un cuerpo único y sólido. Porque dispuestas las plantas en los parages *ef*, *ef* del canal $ABCD$, cuyas aguas corren desde G á H, son tales los obstáculos y remansos que encuentra un filo de agua, no solo por las muchas superficies con que tropieza, sino tambien por las pequeñas olas que en todas partes se forman, que se vá atrasando muchísimo su movimiento progresivo; hallándose precisada el agua á correr por pasos angostos, y á quedarse por lo menos como presa.

6.

413 Por consiguiente, quando se quiera beneficiar por inundacion algun terreno levantando su superficie, convendrá considerar primero con cuidado su naturaleza, y la calidad de la turbia del rio. Terrenos hay que aunque baxos y expuestos á ser inundados del mar, no por eso crian cañas ni plantas salitrosas; otros al contrario crian muchísimas. Luego, siempre que en el terreno inmediato al rio que puede suministrar la turbia no hubiese impedimento alguno, se le podrá beneficiar por inundacion; pero si estuviese poblado de cañas, ó hubiese otro obstáculo, costará muchísimo tiempo, gasto y cuidado conseguir el fin.

414 Dado caso que los obstáculos no puedan impedir la inundacion, se reconocerá desde luego si la turbia del rio, de la qual se espera el beneficio, es buena para abono, si es arena, &c. Esto se sabrá indagando si con ocasion de ha-

haberse abierto las aguas algun portillo ó hecho alguna rotura en las orillas del rio, ó quando sus aguas han inundado parte de las tierras cultivadas inmediatas á sus orillas, las han mejorado ó perjudicado. Porque si fuese arena pura ó tuviese muchísima, tan lexos estaría de servir de abono á las tierras, que antes las echaría á perder; en cuyo caso no habrá mas partido que tomar sino desistir enteramente de la empresa. Quando se indague la calidad de la turbia que se hubiere salido por los portillos, convendrá, antes de decidir si es buena ó mala, atender á algunas circunstancias. Porque en las inmediaciones del portillo siempre queda sobre la tierra una capa de esteril arena gorda, aunque la materia de la turbia sea de excelente calidad. De lo qual se infiere que la calidad de la turbia se ha de reconocer á un lado y á alguna distancia del portillo, quiero decir mas allá de la capa de arena; porque puede acontecer que salga con tal ímpetu el agua del rio, que lleve hasta cierta distancia la arena y demas materias que, por su mala naturaleza, puedan echar á perder la tierra de sus inmediaciones. De todo lo dicho sobre el punto que ahora tratamos sacamos la siguiente

Regla general. Si las márgenes del rio fuesen naturales y obra del mismo rio, bastará reconocer la calidad de las plantas que crian, porque de la misma calidad será la materia de la turbia.

415 Por consiguiente, quando en el valle ó terreno baxo que se quiera beneficiar con la turbia no se crien hierbas de mala calidad, se harán cortaduras á las orillas y márgenes del rio, á fin de que pueda salirse de madre con entera libertad, mediante lo qual el terreno se irá levantando poco á poco. Autores hay quienes para beneficiar por inundacion tierras inundadas, proponen se levante todo alrededor de su area un dique con compuertas por donde se le introduzcan las aguas turbias, y se las dexe salir clarificadas que estén. Pero como, segun Zendrini, Matemático de la República de Venecia, jamas ha tenido esta práctica buenos efectos, son por otra parte muy costosos los diques, y

se

se deposita la turbia con mucha desigualdad. Siempre que es de alguna consideracion la extension del terreno, tiene el citado Autor por mas acertado cortar en derecho las orillas, y dexar al agua que abone con libertad los parages adonde la lleve su curso natural. Sin embargo, esto solo se verifica á corta distancia de las orillas; y como el arte no ayude á llevar la turbia á los parages distantes, nunca se conseguirá beneficiarlos.

416 Luego, para levantar las tierras que hay empeño de beneficiar, no basta cercarlas con un dique de muchas compuertas, ni tampoco hacer á las orillas del rio cortaduras, bien que acaso este último es mejor medio que no el primero: es necesario guiar por zanjas de conveniente profundidad el agua turbia á los parages mas baxos de las tierras; cuyas zanjas, porque cada avenida dexa en ellas mucha tierra, convendrá ahondar, echando á las orillas la tierra, ó llevándola á los parages mas apartados. Por este medio, haya ó no haya cañas, &c. se logrará darle al terreno la altura que se desee, y con el tiempo tomará el suficiente declivio para que corran y no se detengan las aguas. Bien se percibe que será mas dificultoso beneficiar las tierras quando crian cañas que quando no las crian; sin embargo las cañas ó se quedarán enterradas debaxo del légamo, ó se dexará el exterminarlas para despues de levantado el terreno. No tiene que apresurarse el dueño para sacar el fruto; una vez puesto los medios declarados, fielo todo de la naturaleza, de quien sabemos que quanto mas segura, tanto mas despacio procura la perfeccion de sus obras.

417 Para beneficiar las tierras pantanosas tambien estilan algunos prácticos abrir muchas zanjas largas y paralelas, cuya tierra amontonada en sus orillas las levanta tanto que se pueden sembrar; sirviendo las zanjas de paradero á las aguas llovedizas. Pero este medio solo puede practicarse en terrenos de corta extension; que, en los que sean muy dilatados, no saldria la cuenta por causa del crecido gasto, y las aguas detenidas en las zanjas perjudicarian notablemente á la salud.

Des-

418 Despues de beneficiado el terreno, bien por desagüe, bien por inundacion, convendrá considerar su calidad; porque si al principio estuviese empapado de agua, ó careciese de consistencia, despues de desaguado, despues de levantada su superficie con la inundacion, ó despues de abiertas las zanjas suficientes, se baxará notablemente, á cuya circunstancia importará muchísimo atender. Por cuyo motivo al tiempo de levantar los diques de alrededor ó que le crucen, es punto de sumo momento tener muy conocida la calidad de la tierra, pues si aun la mejor suele baxarse despues de desaguada, si fuese de mala calidad, el dique se baxará excesivamente hasta reducirse á no nada, si la tierra no tuviese consistencia. El único remedio que tiene este daño es levantar el dique de tierra buena mezclada con mala, echando siempre mayor parte de la última, porque su mismo peso la irá comprimiendo, y por mas ralo que sea el cuerpo del dique se pondrá tan denso ó apretado, despues de hecho su asiento, que yá no será posible le calen las aguas extrañas.

419 Falta decir como se ha de cultivar el terreno desaguado; para cuyo fin se le cruzará con diques, caminos y zanjas. Es punto fundamental que la zanja principal corra desde el un extremo al otro por los parages mas baxos, siendo su ancho proporcionado á la cantidad de agua que ha de recibir. A la zanja principal de un terreno de unas 2500 varas quadradas v. gr. se le podrán dar unos 20 pies de ancho y 5 de profundo; despues se procurará impedir que todas las aguas se junten inmediatamente en la parte baxa del terreno, porque de aquí se seguiria la inundacion de una gran parte suya, particularmente si no fuese lícito tener abierta la compuerta, por tener la zanja la servidumbre de recibir, ademas de las aguas propias, las extrañas. Convendrá, pues, quando la zanja no pueda tener dique de suficiente altura, cruzar el terreno con muchos diques atravesados, plantando compuertas en los parages donde estos corten la zanja principal, con tal arte, que la compuerta superior del dique atravesado no pueda abrirse hasta que la inferior haya da-

dado salida al agua, todo el tiempo necesario, pasado el qual se abrirá dicha compuerta superior, y las demas tambien si las hubiere. Si no se hiciese así, toda el agua acudirá de golpe á la compuerta principal; y como no podrá salir con igual presteza, inundará gran parte de las tierras inmediatas con grave perjuicio de los sembrados; cuyo daño se precaverá abriendo las compuertas unas despues de otras por su orden.

420 Concluido que esté el desagüe del terreno, y agotada toda el agua, se abrirán caminos, zanjas, viales con ramales de comunicacion. Sea, pues, *FCBN* el rio y *BCAE* el terreno, siendo *A* la parte mas alta y mas distante del rio. Supongamos abierta la zanja *YGB* desde la parte mas alta *Y* á la mas baxa *B*, cuyo suelo tenga un solo declivio qual corresponda á los dos puntos extremos *B*, *Y*. Supongo que la *OT* señale el norte, de modo que *O* mire al sur, y *T* al septentrion; divídase el ancho del terreno *EF* en tres partes de 240 estadales v. gr. cada una con corta diferencia; señálense los puntos *F*,*R*,*G*,*H*, y supónganse tiradas las lineas *ON*, *KL*, *AM*, las quales señalarán tres caminos, á los quales se podrán dar 20 y tambien 24 pies de ancho, y á sus lados se abrirán zanjas. Hecho esto, se tomará un punto *K* distante de *L* otros 240 estadales ó tanto como coja la *GH*; pártase igualmente lo demas del camino *LQ* en los puntos *GP*, y en otros si conviniere, sin tocar á la division de antes, y tírense las rectas *DC*, *GF*, *OS* perpendiculares á los primeros caminos, rompiendo al lado de los transversales sus zanjas, como se dixo de los primeros, cuya tierra servirá para levantar el terreno. Este quedará dividido en diferentes quadros, que cada uno tendrá 5700 estadales quadrados.

DE

DE LA NAVEGACION INTERIOR DE ESPAÑA EN GENERAL.

421 Las consideraciones preliminares al tratado que publico de los canales navegables manifiestan no solo la utilidad de estas obras, sino tambien los inmensos beneficios que forzosamente se le han de seguir á un gran Reyno de multiplicarlas, hacer navegables los mas de sus rios, ó, lo que es todo uno, promover por todos medios su navegacion interior. Sola ella puede proporcionar las dos cosas que tiempos ha ocupan la atencion de las principales naciones de Europa, que en ellas fundan su pujanza, es á saber, brazos é industria, ó, con otros nombres, poblacion y riquezas. Mediante una navegacion interior bien distribuida y muy dilatada prospera la agricultura; su prosperidad dá mayor abundancia de comestibles baratos; y siendo por consiguiente mas facil la subsistencia, hay mas matrimonios. Donde la agricultura es atendida franquea la tierra al hombre industrioso y aplicado mayor cantidad de aquellos frutos cuya forma sabe mudar su industria, por lo que se les dá el nombre de *materias primeras*: la nacion que promueve su navegacion interior suministra á sus labradores y comerciantes medios mas fáciles de acarrear sus frutos y sus géneros; puede vender sus artefactos mas baratos, y, como no sean de inferior calidad, despacha mas que las otras naciones, les saca mas dinero, y gasta menos del suyo.

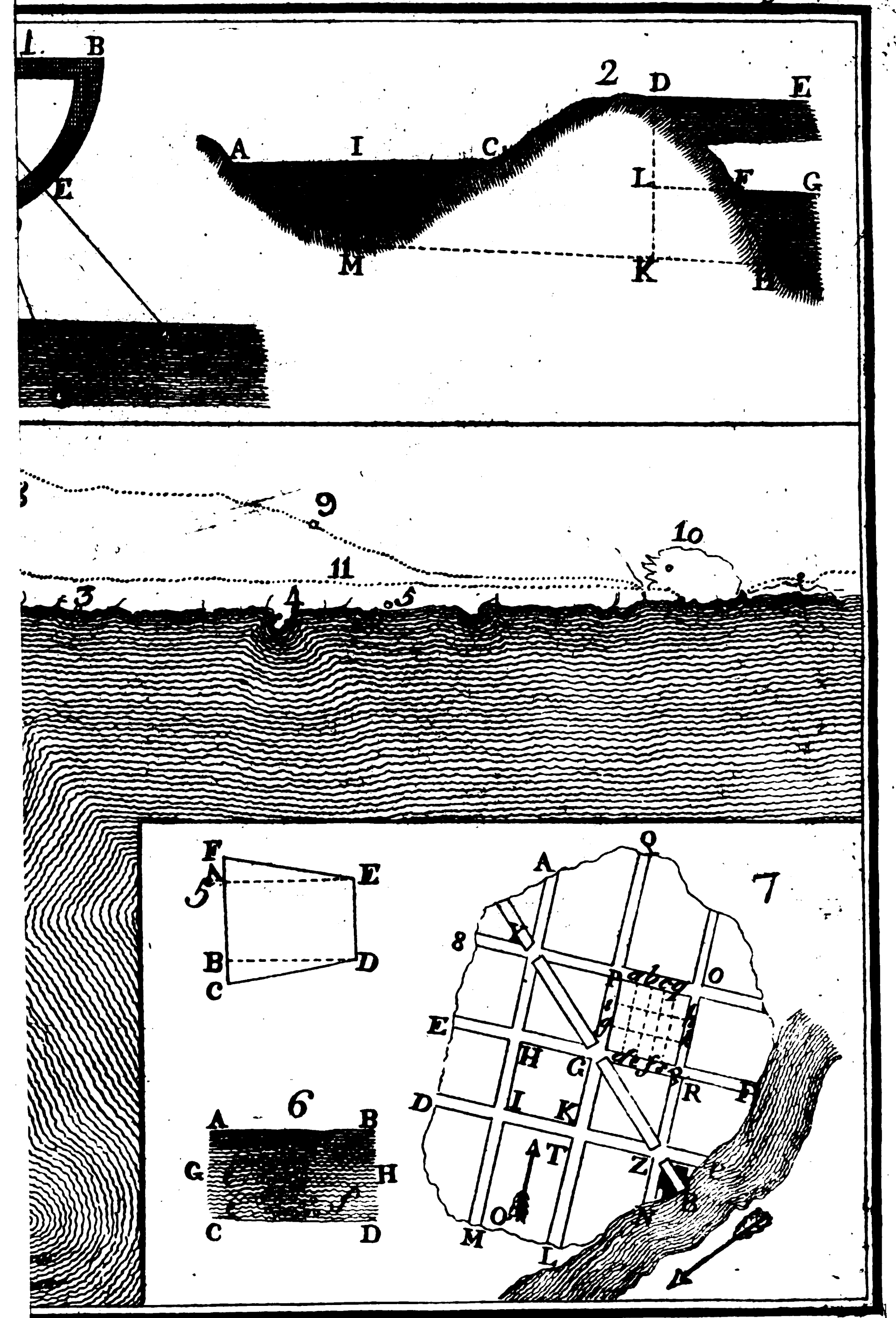
Sin embargo de proporcionar la navegacion interior tantos beneficios á un gran Reyno, no en todos se ha mirado su importancia con la atencion que debiera. Pero son estos á la verdad empeños de tanto bulto, han de concurrir para su logro tantas y tan varias circunstancias, que consume mucho tiempo y no poco dinero el conseguir que se siga la execucion al pensamiento, y á la execucion la mayor utilidad. No es, pues, de estrañar que esté aquí tan atrasado, ó tan poco adelantado este ramo. Nacion hay que en punto

de eficacia é ilustracion á otra ninguna concede ventaja, de cuyo descuido acerca de la navegacion interior, se lamentan sus escritores los mas enterados de esta materia. Referiré aquí sus quexas, á fin de que ni se desalienten ni se aburran aquellos verdaderos ú honrados Españoles que miran por la felicidad, lustre y gloria de su patria.

" Francia es (dice Mr. Allemand) entre los paises de Europa uno de los que gozan las mayores ventajas por su situacion, la fertilidad de su suelo, y la variedad de sus producciones. Parece que la naturaleza se ha esmerado en distribuir por su superficie una multitud de rios, que los mas, si se aprovecharan para el comercio haciéndolos navegables, le vivificarian. Bastarian pocos canales para poner corriente en todo el Reyno una navegacion interior circular que se comunicaría con quatro mares, el Mediterraneo, el Océano, la Mancha y el mar de Alemania.

,, Está generalmente conocido que nuestra navegacion interior ha padecido notable decadencia, y que la que nos queda tiene pigüelas que importa quitarle. Muchos de nuestros rios que cincuenta, ochenta, cien años atrás eran navegables, no nos dan hoy dia ningun auxîlio. Este descuido que causa el desfallecimiento del comercio y de la agricultura, ha transformado en desiertos muchas comarcas en otros tiempos muy pobladas. Sus labradores que para el despacho de sus frutos no tienen mas salida que el acarreo por tierra, se han desalentado; los portes consumen el valor de los frutos; y el hombre que trabaja sin provecho facilmente se entrega á una ociosa dexadez muy perjudicial para la República.

,, El mal proviene de muchas causas. Molinos puestos con pretextos falsos, y tambien sin título, han dado ocasion á la construccion de infinitas presas que cierran los rios é interceptan la navegacion. Tampoco remedian el daño los portillos que se dexan en las presas; porque los intereses varios de hacendados y molineros han hecho tan peligroso el pasarlos con levantar el piso de los molinos, que barcos, arma-

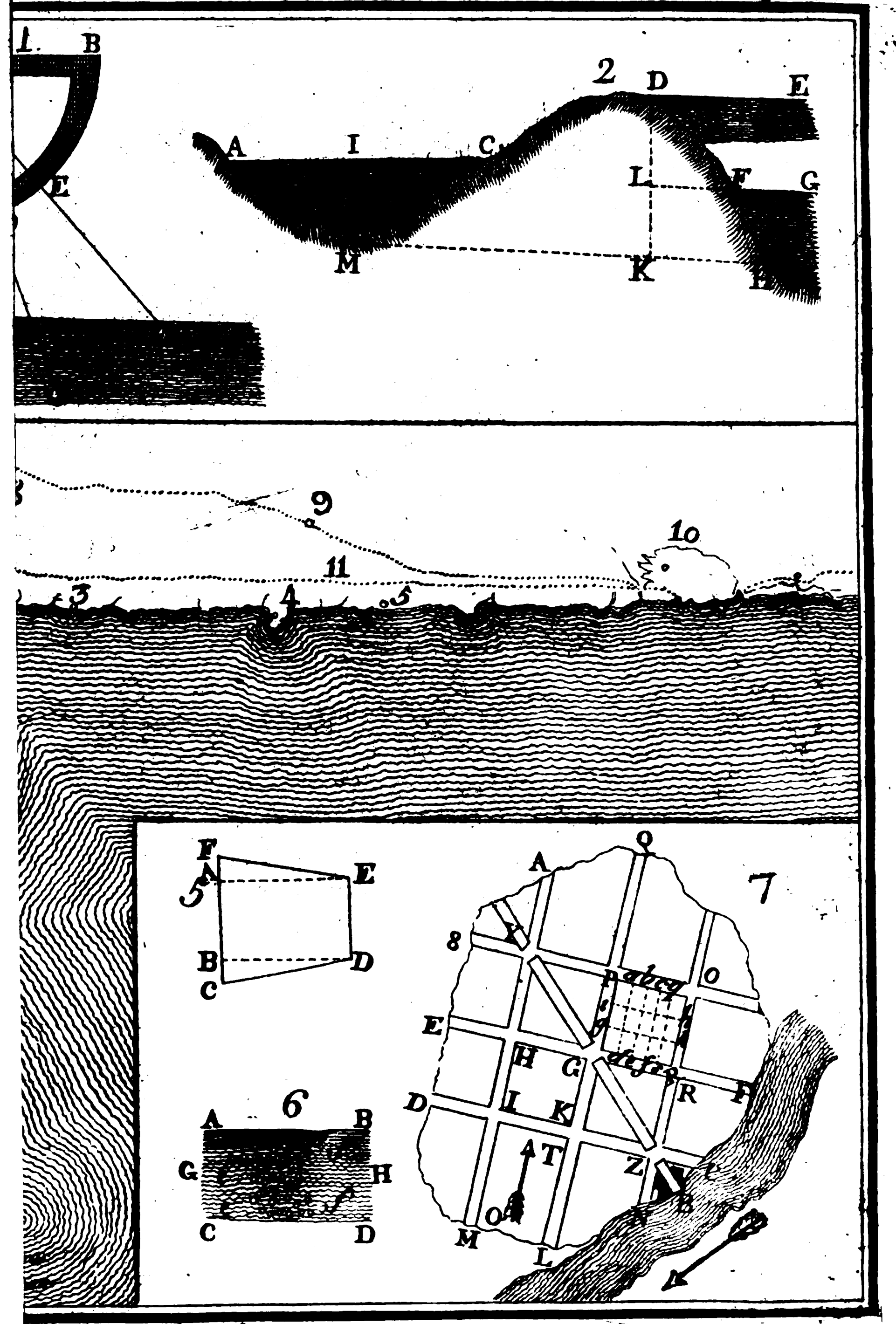

1. B
E
2 D E
A I C
L F G
M K H
8
9
10
11
3 4 5
F
A E
5
B D
C
6
A B
G H
C D
7
A Q
8
O
E
H G
R P
D
I K
A T
Z
O
M
L

de eficacia é ilustracion á otra ninguna concede ventaja, de cuyo descuido acerca de la navegacion interior, se lamentan sus escritores los mas enterados de esta materia. Referiré aquí sus quexas, á fin de que ni se desalienten ni se aburran aquellos verdaderos ú honrados Españoles que miran por la felicidad, lustre y gloria de su patria.

" Francia es (dice Mr. Allemand) entre los paises de Europa uno de los que gozan las mayores ventajas por su situacion, la fertilidad de su suelo, y la variedad de sus producciones. Parece que la naturaleza se ha esmerado en distribuir por su superficie una multitud de rios, que los mas, si se aprovecharan para el comercio haciéndolos navegables, le vivificarian. Bastarian pocos canales para poner corriente en todo el Reyno una navegacion interior circular que se comunicaría con quatro mares, el Mediterraneo, el Océano, la Mancha y el mar de Alemania.

,, Está generalmente conocido que nuestra navegacion interior ha padecido notable decadencia, y que la que nos queda tiene pigüelas que importa quitarle. Muchos de nuestros rios que cincuenta, ochenta, cien años atrás eran navegables, no nos dan hoy dia ningun auxîlio. Este descuido que causa el desfallecimiento del comercio y de la agricultura, ha transformado en desiertos muchas comarcas en otros tiempos muy pobladas. Sus labradores que para el despacho de sus frutos no tienen mas salida que el acarreo por tierra, se han desalentado; los portes consumen el valor de los frutos; y el hombre que trabaja sin provecho facilmente se entrega á una ociosa dexadez muy perjudicial para la República.

,, El mal proviene de muchas causas. Molinos puestos con pretextos falsos, y tambien sin título, han dado ocasion á la construccion de infinitas presas que cierran los rios é interceptan la navegacion. Tampoco remedian el daño los portillos que se dexan en las presas; porque los intereses varios de hacendados y molineros han hecho tan peligroso el pasarlos con levantar el piso de los molinos, que barcos, ar-
ma-


1
B
E
2
D
E
A
I
C
L
F
G
M
K
H
9
10
11
3
4
5
F
E
5
B
D
C
6
A
B
G
H
C
D
7
A
Q
8
O
E
H
G
R
P
D
I
K
T
Z
O
M
L

madías, y los mas de los hombres que las gobiernan, perecen indefectiblemente. De aquí tambien se siguen inundaciones que le quitan á la agricultura terrenos inmensos y preciosos, dexando charcos y pantanos cuyas mortales exhalaciones llevan la desolacion á las comarcas vecinas. Obstáculos con los quales la naturaleza ataja ó dificulta el curso de los rios en diferentes parages de su madre, son igualmente perjudiciales al comercio y funestos al género humano. Si el Gobierno atajara estos abusos, conservaria la vida y las haciendas de muchísimos ciudadanos útiles á la patria; precavería las desgracias que con freqüencia se experimentan en los rios, facilitaría el comercio, el transporte de tropas y municiones de todo género, y restituiría á la labranza terrenos de considerable extension.

„ Es cosa vergonzosa para la Nacion, y particularmente para muchas ciudades capitales el poco aprecio con que han mirado hasta el dia de hoy la navegacion interior, la qual á muy poca costa se podria promover: mas vergonzoso es todavia para las que la disfrutaban el haberla ido abandonando, y que quasi en todas las provincias se haya mirado con tanta indiferencia este ramo importantísimo de la administracion, quando todas las demas potencias emprenden cosas grandes para procurarse comunicaciones, y dar extension á su navegacion interior, yá rompiendo canales navegables, yá haciendo navegables muchos de sus rios. La experiencia acredita que para la industria animosa no hay imposibles; las historias nos han conservado la memoria de diferentes obras de este género executadas por varias naciones para aumento de su prosperidad."

422 Así reconvenia á su nacion Mr. Allemand por los años de 1779 y 1785, de cuyas reconvenciones no es asunto mio indagar aquí el fundamento. Pero por lo que toca á las inmensas utilidades que la navegacion interior proporcionaria á España, están conocidas y manifestadas siglos ha; habiendo propuesto la navegacion interior de todo el Reyno en el siglo XVI al Monarca que entonces la gobernaba

Juan Bautista Antoneli, Ingeniero suyo. Con motivo de los crecidos gastos que le ocasionó á Felipe II. quando conquistó Portugal, el acarreo por tierra de todo género de municiones de boca y guerra, le propuso Antoneli hacer navegable el Tajo desde Abrantes hasta Alcántara y Toledo. Al instante conoció el Rey los grandes beneficios que de la execucion de este pensamiento se habian de seguir á favor de su erario y de aquellos vasallos suyos á quienes la propuesta navegacion de Tajo alcanzara, y encargó la execucion al mismo Antoneli. Esta salió completa, pues no solo se logró navegar el Tajo desde Abrantes hasta Toledo y Aranjuez, sino tambien hasta donde le entra el rio Xarama, prosiguiéndose por Xarama y Manzanares hasta Madrid.

Hagamos aquí lugar á Antoneli para que declare él mismo su pensamiento; sus conceptos él los explicará mejor que no yo; y *sobre incluirlos su escrito muy acertados*, enseña tambien el respeto y la veneracion con que debe hablar con los grandes Monarcas todo hombre que les propone cosas grandiosas, en cuya execucion vá enlazada su gloria con la felicidad de sus vasallos.

Propuesta de Antoneli.

S. C. R. M.

423 "Los grandes Reyes y Monarcas como V. M. suelen, despues de las victorias de algunas prósperas jornadas, y estando en paz y quietud, ilustrar y beneficiar sus reynos y vasallos. Entre todas las cosas que hasta aquí han hecho todos los Reyes pasados en beneficio de los suyos, ninguna llega á la que V. M. siendo servido, puede, despues desta próspera jornada de Portugal, mandar hacer en beneficio destos sus reynos y vasallos. La qual excede tanto á las demas que todos esos Príncipes hicieron, como los excede V. M. en grandeza de Monarquía; porque ni las puentes famosas sobre los rios, los theatros, ni las siete maravillas del mundo tienen que ver con esta; pues esas fueron sin provecho, ó con poco, y solo para manificencia y ostenta-

tacion, y esta tiene no solo mucha manificencia y mucha grandeza, pues ningun Príncipe lo ha hecho en estos reynos, pero tanto provecho general y particular como abaxo irá diciendo, y cada uno podrá bien considerar, y es empresa del mucho valor y christiandad, y mucha habilidad de V. M. Esto es, la navegacion general de los rios de España que son capaces della con industria y maña, como son Tajo, Duero, Guadalquivir, Ebro, y otros rios colaterales que entran en estos, Guadiana, Segura, Xucar, Miño, Mondego, y otros muchos que tienen agua bastante para navegarse con arte.

„ Con cuya navegacion entiendo que, por lo que hasta agora he visto, se pueden comunicar las mercaderías y frutos de la tierra, y todo lo que se navega, así de Indias como de Europa, Africa y Asia; porque de Lisboa se puede comunicar con Toledo y Madrid, y mas arriba, y con todos los lugares comarcanos á Tajo á diez, veinte y mas leguas.

„ Se puede comunicar por navegacion, salvo seis ú ocho leguas de tierra, desde Sevilla á Toledo y Madrid, y todo lo que alcanza la comunicacion de Tajo y Guadiana.

„ Todo lo de Andalucia que alcanza á Guadalquivir, como Córdoba, Andujar, Ubeda, Baeza, y otros comarcanos á Guadalquivir, se pueden comunicar con Sevilla, y con los que con Sevilla se comunicaren.

„ Granada, Ecija, y lo comarcano á Xenil se comunicará con Guadalquivir, y con lo demas que con Guadalquivir se comunicare, que es con Guadiana y Tajo. La Mancha, Campo de Montiel, Ciudad-Real, y la comarca de Guadiana, salvo lo que pasa debaxo de tierra, se puede con navegacion comunicar con Extremadura, Portugal, Sevilla, Andalucía y Granada, y por otra parte, salvo quatro ó seis leguas de tierra, se puede comunicar con Lisboa, Toledo, Madrid, y con lo de Tajo.

„ Con la navegacion de Duero se puede, desde Oporto y todo lo de Portugal cave ese rio, comunicar con Zamora, Toro, Valladolid, y hasta Burgos, y los demas rios colaterales que entran en este y sus comarcas, y unos con otros los que

alcanzaren la comodidad desta navegacion diez, veinte y mas leguas.

„ Puédese lo que comunica con esta navegacion comunicar con Leon, Salamanca, Ciudad-Rodrigo y sus comarcas; y, pasadas ocho ó diez leguas por tierra, se puede todo lo de la navegacion de Duero susodicha comunicarse con la de Tajo, de Guadiana, Sevilla, Guadalquivir y Granada.

„ Por la de Ebro se puede comunicar lo de la navegacion del Mediterraneo por Tortosa con lo de Cataluña, Aragon y Navarra, Castilla comarcanos á este rio, y á otros colaterales que entran en él.

„ De la navegacion del Xucar se sirve parte del reyno de Valencia hasta Cullera, y la Mancha para la saca del pan quando lo hay, y de otras cosas, y para las de la mar para ella.

„ La de Segura aprovecha para el reyno de Murcia, y la de Miño para Galicia y Portugal, y la de otros rios menores aprovechará para el trecho que se puede navegar para sus contornos.

„ Y si bien todos estos rios no se pudiesen navegar todo el año, bastará navegarse la mayor parte dél, en la qual se puede navegar de una provincia y de un lugar á otro todo lo que fuere menester; que la mar tampoco se navega todo el año.

„ Algunos inconvenientes y objetos que ponen á lo desta navegacion no son muy difíciles de resolver y hallar remedios, y es lo que he visto agora por mandado de V. M. de la navegacion que podrá haber de Abrantes á Lisboa hasta Alcantara me ponian gastos, y les mostré la resolucion dellos, quedaron satisfechos, y confesaron poderse bien hacer.

„ Porque, quanto á lo primero que dicen ser los rios de España rápidos y furiosos, se vé que un vecino se atreve á atajarlos de parte á parte con una presa ó azud para moler, y lo hace y la sustenta con mediana costa y cuidado, y no se lo imposibilita la furia y rapideza de los rios. Menos imposibilitará á V. M. en hacer y conservar los reparos y edificios necesarios para la navegacion; esto es hablando en general, que tambien se dará remedio al particular.

„ Quanto á la dificultad que ha puesto miedo acá de tantas

tas azudes ó presas de molinos que hay en los rios que se han de navegar, imaginando ser de impedimento haberse de quitar con daño de los sus dueños, están engañados; porque no se han de quitar y han de recibir daño, antes provecho y seguridad con la navegacion, como he mostrado con las de Abrantes á Alcántara.

„ Ni tampoco son de impedimento, antes de provecho, porque ninguna cosa hay mejor para templar la corriente y rapideza destos rios como son las azudas ó presas, con las quales no solo se corta la furia del agua, pero con lo que ellas la regolfan hacen ser mas mansos, mas sondables, y mejor para navegar; donde no las habrá, convendrá hacerse, y habrá mas moliendas, y otros edificios.

„ El modo de dexar pasos en estas azudas para que facilmente suban y baxen barcos cargados, será de la manera que he significado á V. M. se habrá de hacer en las de Abrantes á Alcántara.

„ Quanto al ir los rios derramados en muchas partes, y tener por esto menos fondo; el remedio desto no es muy dificil.

„ Lo mismo es de azudas á navegar rio arriba con hacer los caminos para la xirga de hombre y bestias, con lo qual y remos, y barra, muchas veces á la vela, pueden muy bien navegar quatro ó seis y mas leguas, y rio abaxo diez, quince, veinte y mas leguas con rios crecidos.

„ Quanto á la poca agua que tienen algunos colaterales los mayores; dos modos hay para que la poca agua baste para navegarse á lo menos seis ú ocho meses del año y otros mas.

„ Quanto al gasto; el gastar diez por una vez por tener mas de ciento de provecho ordinario cada un año, y es lo de la brevedad del tiempo, se hará presto: porque despues de haberlo reconocido y dado la órden, se puede en muchos rios trabajar en un mismo tiempo, y es limosnas; que con ese trabajo se dá de comer á muchos pobres de esas comarcas.

„ Quanto á tomar esta nacion plática de navegar por ellos,

y de una provincia á otra; pues lo ha tomado de navegar por mares incónitos y remotos de las Indias, mucho mejor lo hará en su propia tierra.

„ Registro para las cosas vedadas se porná en las rayas, en los rios; por manera que toda España gozaría desta comodidad y beneficio tan grande, y todas las provincias della y ciudades mas principales podrian por agua comunicarse lo que á una sobrase y á la otra faltase, y con esta comunicacion mejor y mas presto se unirá Portugal.

„ Porque, siendo España tan grande, y agora toda debaxo del felicísimo reynado de V. M. que desde el Rey Don Rodrigo acá nunca se ha juntado en un señorío, y siendo de suyo dotada de dones del cielo y de la tierra, casi siempre hay abundancia de pan y de lo necesario al sustento humano en alguna provincia della, aunque en otras haya falta; mandando V. M. con la industria humana proveer que lo que en una provincia abunda comunicar con la que carece, á poca costa, muy pocas veces sentirian estos reynos carestía.

„ Por lo que hace comer caro el pan á la provincia que le falta, es el coste del acarreto, como lo prueba y siente la hacienda de V. M. para las provisiones que hace cada año para cosas de su servicio, y lo prueban los pósitos de las ciudades y pueblos quando lo compran lexos, que sube muchas veces mas que el principal.

„ Quanto al provecho particular de la hacienda de V. M. en este solo punto, si V. M. fuese servido mandar sumar lo que ha gastado de diez años á esta parte en llevar pan, cebada y otros bastimentos, armas, municiones y otras cosas que cada dia por tierra pasa de una parte á otra, y lleva á las marinas para sus armadas, exércitos y fronteras, así de acá como de las Indias, y últimamente para este exército y jornada de Portugal, hallaria subir una suma tan grande, que solo este provecho de lo que adelante ahorrá le pornia ánimo á emprender este negocio, demas de la molestia que escusa de tomar sus oficiales las bestias para los acarretos

tos en tiempo que hacen á sus dueños y á la tierra mucho daño.

,, Quanto al provecho que sentirán sus vasallos todos universalmente; es tanto, que la brevedad de esta carta no los puede caber, aunque apuntaré algunos, con la consideracion de los quales se sacarán los demas.

,, Primeramente, en lo de los frutos de la tierra, sin los quales no se pueden los hombres pasar; pongo por exemplo, quel reyno de Toledo y comarca de Tajo tenga abundancia de pan, y que Lisboa y Sevilla no lo tengan, y se hayan de proveer de aquí por estar cerrados los puertos de otra parte; el costo de una carga de pan, que son quatro hanegas de la pramática, son quatro ducados; para llevarlo á Lisboa y á Sevilla toman diez ducados, mas ó menos, por cada carga, que sale á dos ducados y medio por hanega. Si V. M. manda hacerse la navegacion, una barca de las que podrán llegar á Toledo llevarán hasta trecientas hanegas, que son setenta y cinco cargas, las quales trahidas por tierra montarán sietecientos y cincuenta ducados. Lo que solo lleva una barca, á la qual se hará pago con menos de los cincuenta, y se ahorrá en solo una barcada de trecientas hanegas sietecientos ducados, los quales habia de pagar el que habia de comer este pan.

,, Por la cuenta de una barcada se puede sacar la de muy muchas barcadas, que se pasan de una parte á otra, así de trigo, como de cebada, vinos, carnes y otros frutos. En lo de la sal, en Abrantes compran á dos reales el hanega, que son dos fanegas una carga, y lleva por tierra á Alcántara, hacen dos ducados de porte, los quales ha de pagar el estremeño si la quiere comer, y el ganadero para su ganado; llevándose por la navegacion del rio, una barca lleva sesenta y setenta cargas, á dos reales cada carga, ahorra en cada barcada mil y doscientos y quatrocientos reales; que en muchas barcadas que gastan allí y mas lexos, es de mucha consideracion por otros provechos que destos salen.

,, Porque quanto á lo del pan y mantenimiento y sal; si el

el vecino, sea de qualquier estado, compra ó comiere el pan trahido de fuera con mucho porte á tres y quatro ducados el hanega, como acontece cada dia; si es mercader, sube sus mercadurías para suplir esa costa; si pastor, labrador ó caballero, sube sus rentas; y el oficial y jornalero sus hechuras y trabajo; por manera que, como una escalera, vá todo subiendo, y lo peor es que pocas veces suelen abaxar, que se quedan en ese mal uso, por donde ha venido á ser tan caro todo lo que las haciendas de los grandes y pequeños y religiosos no alcanzan, y mucho menos basta el sueldo militar, que fué instituido en tiempo que todo era baratísimo, y agora para vivir es menester quel soldado use de mucha licencia á la milicia y servicio de V. M. y de sus vasallos, ó que V. M. le dé el bastimento y vestido á precios tan moderados, que pierde en ellos lo que saben sus oficiales. Pues el gasto de una galera *he leido* que antiguamente era de seiscientos ducados cada año, y agora de seis mil ducados, y años ha habido que ha costado á V. M. mas de doce mil ducados. Y en esta jornada de Portugal V. M. sabe lo que ha perdido en los mantenimientos que ha dado á sus soldados.

„ En lo de las mercadurías, hierro, acero y cosas necesarias á la vida humana fuera de los mantenimientos; quiero con un exemplo abrir la consideracion para otros infinitos particulares.

„ Topé el otro dia, volviendo de Alcántara, dos Portugueses con diez y ocho cargas de especia para Toledo, y ellos en dos machos, y me dixeron que pagaban diez ducados por cada carga, y otro tanto por sus machos; por manera que de solo el porte habia doscientos ducados de costo, los quales ha de pagar el Toledano, y el que compre esa especiería. Habian de traer mercadurías de Toledo para Lisboa, la qual mercaduría no hay dudar sino que el Toledano se la cargará á precio tan subido, que salve la carezca de especiería, con la qual mercaduría harán otros doscientos ducados de porte hasta Lisboa. Los quales, y los de la especiería se viene á cargar sobre lo que lleva, y lo ha de pagar el que la habrá me-

menester; que si hubiera navegacion, con veinte ó treinta ducados suplieran este gasto.

,, Todas las cosas que por mar se navegan de Europa, Asia, Africa, Indias, de Castilla y de Portugal, que son innumerables, y desembarcan á los puertos de mar de España, si V. M. fuere servido mandar dar orden en la navegacion de quitarse tantos portes como en respecto de una barcada de trigo he mostrado que hay, sin duda que en Toledo, Madrid y lo demas de España se habrá mucho mas barato.

,, Lo mismo será llevando las cosas de España por las embarcaciones de unas provincias á otras; y si en una sola barcada de trigo, ó de mercaduría, ó de otra qualquier cosa, en el trecho que hay de Toledo á Lisboa, que son cien leguas, les ahorra V. M. solamente en el porte de llevarlo por tierra, ó llevarlo por agua sietecientos ducados ¿que les ahorrá en tantas mil y mil barcadas de mantenimiento, mercadurías y de otras cosas que cada año de la tierra adentro se llevan á las marinas, y dellas á la tierra dentro, y de una provincia á otra?

,, Quanto ahorro y aprovechamiento terná el Señor, ó caballero y otro qualquiera que acierta á tener su hacienda ó encomienda en una provincia, y él vivir en otra ó en la corte en donde vive muy costoso, y su hacienda le vale menos, si por agua le podrán llevar donde viviere á tan poca costa los frutos della, y á el que hubiere de pasar de una parte á otra pudiendo ir por agua.

,, Quanto aprovechamiento para las cosas de edificar; que he visto llevar madera de pino para casas mas de sesenta leguas en carretas, y la cal y piedra muy lexos.

,, Quanto ahorrará V. M. y quanto mas podrá ilustrar su christiana y famosa máquina del Escurial y otros edificios reales con traher por la navegacion hasta cerca los jaspes de Setubal, los mármoles de Estremoz, y otras piedras de Portugal; los jaspes orientales, y mármoles del reyno de Granada, y los de Carrara, y las piedras mas finas de otra qualquier parte navegable.

Que

„ Que ahorrará en llevar la madera que de la Havana me dicen manda V. M. traher para puertas y otras obras del Escurial, si es mucha cantidad desde Sevilla por tierra hasta á él; pues unos tablones para la artillería que mandó mercar de un soto del Contador Garnica costó tanto á llevarlo á la mar.

„ Es tanto lo que ahorrá V. M. por lo que para su Casa Real, obras, exércitos, armadas de acá y de ambas Indias, y para fronteras en lo que ha de llevar y proveer para ellas de mantenimiento, armas y municiones.

„ En lo que puede ahorrar, y comodidad y servicio que en coyunturas puede recibir de poder proveer las fronteras marítimas de soldados y mantenimiento por los rios con presteza y sin molestias de los vasallos por la navegacion dellos; como es desde Toledo y comarcas de Tajo proveer á Lisboa por él con tanta brevedad que en *invierno por rio crecido* en tres dias se pueden de Toledo poner en Lisboa, y de Zamora á Oporto, y á Bayona por Duero, y del Andalucía á Sevilla y Cadiz, y por otras navegaciones que arriba tengo apuntado.

„ Es tanto lo que ahorrán sus vasallos cada año, que en muchas cosas es doblado y quatro doblado el porte que el principal; que quando me pongo á particularizarlo por los miembros de las cosas que se llevan por tierra, y se pueden llevar por agua me admira, y veo que la grandeza de los dones del cielo y de la tierra en estos reynos se agua con la falta de la industria.

„ Todo el qual ahorro y provecho, á los ricos les hace V. M. merced dello, y todo eso le acrecienta sus rentas, que lo que le quita que no gaste. A los pobres religiosos y religiosas les hace V. M. limosna muy grande y ordinaria cada año, la qual ha de gozar V. M. acá y allá en el cielo, y mucha prosperidad por ella; y por otras muchas que hace y hará V. M. dará dias á la Monarquía de V. M. en sus hijos y descendientes.

„ De todo este ahorro y aprovechamiento causa V. M. otro

otro mayor bien á su servicio y á sus vasallos, que es abaratar los precios de las cosas, los quales han subido en tanta manera, que no basta al señor, al caballero, al particular y al religioso lo que tiene para vivir; y quitando de los mantenimientos, frutos de la tierra, mercadurías y otras cosas necesarias al vivir tantos y tantos portes vernian á baratar por su orden todas las cosas.

„ Porque si al pan le quitan uno, dos y tres ducados de porte, lo que abunda en una provincia lo puede comunicar con otra á poco mas que la tasa por agua.

„ Si el vino, y los demas mantenimientos donde sobran y valen baratísimo se puede por agua llevar á otras partes, abaratan la caresca que en ellos hay.

„ Si al mercader le quitan el coste tan grande de los portes, como es el que merca la lana en Estremadura y la lleva por tierra á embarcar á Cartagena y Alicante, y en Italia labra los paños y *raxas*, y lo mismo hace á seda, y despues los torna á traher á España y llevar por tierra por las provincias della, y todos estos portes los carga sobre lo que vende, que él no lo ha de perder, y lo paga V. M. y sus vasallos, que sumado todos estos gastos será en muchas cosas mas que el principal.

„ Si se quitan, como tengo apuntado, todos los otros portes de las demas cosas que se llevare de una provincia á otra del valor dellas que agora se venden, todo eso verná á baratar, y el labrador, pastor ó caballero, otro qualquiera, y el oficial hallando lo necesario para su vivir mas barato, abaratará lo que él ha de vender, y jornalero y oficial sus trabajos, y la casa sus alquileres, y por su orden abaratará lo demas.

„ El labrador que sintiere que su pan y frutos de la tierra puede tan facilmente comunicar los de una provincia á otra, y valerse dellos en años que en la suya no tiene valor, se dará mas á la labor, porque es cosa cierta quel año abundoso que sigue al labrador tras de uno esteril, le sale mas el hanega de lo que vale en la abundancia, y con la nave-

vegacion se aprovechará hasta la tasa, la qual en ninguna provincia de España pasará habiendo navegacion, salvo el poco coste del navegarlo.

,, Y quando la esterilidad fuese tan general y extraordinaria, con la navegacion no la sentirán; que de Sicilia, Francia y de otras partes podrá llegar el trigo por todo lo que de España se navegare muy barato. Gran cantidad de bestias que ahorrá traginando se pornán á la agricultura.

,, Las industrias y tratos crecerán, porque habiendo la comodidad de la navegacion, y abaratando los jornales, se dará mas á labrar paños, sedas, hierro y otras cosas, como en las otras provincias que las hace ser tan floridas y abundosas y baratas, y los derechos de V. M. antes subirán que baxen.

,, Abaratando las cosas en España, tambien abaratarán en ella las que de fuera vienen; porque conforme á la carezca de acá, así suben los precios á las de allá, y tambien abaratarán en las Indias, de las quales acudiendo tanto oro y plata, abundarán estos reynos mucho mas dellos, y podrán con mas facilidad pagar los tributos; y el pastor que tiene su ganado gordo y con abundancia de pasto, mejor lo puede tresquilar y esquilmar que quando está flaco y con esterilidad de pasto.

,, Ayudará tambien al abaratar las cosas el carretearse con bueyes lo que no se puede navegar, y aderezar los caminos para ellos; porque haber de acarrear un carro de cebada á partes lexos han menester las mulas otra carretada para su comida á la ida y vuelta, lo qual no han menester los bueyes que hacen menos costa, y mas barato pueden carretear.

,, A los Visoreyes, Corregidores y Justicias haciendo la navegacion, poner en la instruccion un capítulo del procurar de abaratar las cosas.

,, El gasto de una obra tan provechosa y de tanta comodidad y memoria entiendo no será mucho, que hasta tantearlo no podré decir la cantidad: para el qual habia de concurrir toda España con un repartimiento general como el que se

se hizo para la puente de Madrid; y quando se hubieren gastado estos trecientos mil ducados, se habria hecho tanto de la navegacion de los rios principales y colaterales, que se viese quan bien empleado habian sido, con los quales se haria tambien de renta de molinos de pan y aceyte, carteras, ferrerias y fraguas; porque con adobar malos pasos para navegar se hace comodidad para molinos, batanes &c. que se pueden aplicar para la conservacion della.

„ La qual navegacion siendo de tanto provecho, es menester que tenga quien mire por ella, porque siempre hay que ver y remediar en las mas firmes obras; si no se dexan rentas para sus reparos y quien mire por ellas, el tiempo hace en ellas sus efectos de acabarlas.

„ Se podria ordenar un oficio Magistrado de la Navegacion como el de la Mesta, ó del Riego, en el qual entrasen los Visorreyes y Corregidores y Gobernadores, y algunos Cabildos y Justicias de las provincias, ciudades y lugares por donde hubiese navegacion, que tuviesen cuidado de la conservacion dellas, con las rentas de los molinos susodichos; y sobrando emprendiesen la navegacion de otros rios menores, y andando el tiempo se navegaría toda España, y cada dia la irian mas perficionando.

„ Los capítulos para este Magistrado otra vez se podrán decir.

„ Pues hase ofrecido ocasion tratarse desta materia despues que V. M. me mandó ir á ver la navegacion de Abrantes á Alcántara, he querido hacer servicio á Dios nuestro Señor, á V. M. y bien á sus vasallos con avisarle estos concetos, y la disposicion que para ello entiendo que hay; y aunque mi proficion es en cosas de la guerra, en las quales he servido á V. M. tambien en esta última de Portugal, agora en la paz, para que V. M. haga una obra tan heroyca y de tanta calidad y provecho como se ha apuntado, estoy para servirla en facilitarle la execucion della, así por la inteligencia que tengo de la materia, como por la volicía y plática de lo de España de veinte y dos años á esta parte, en los

los quales en estos y en otros particulares he ido considerando cosas para su real servicio, cuya S. C. R. persona y vida de V. M. guarde y por muy largos y dichosos años acreciente y prospere su muy gran Monarquía como sus criados y vasallos deseamos, y la christiandad lo ha menester: de Tomar en Portugal á 22 de Mayo de 1581. S.C.R.M. Besa pies y manos á V.M. su muy humilde y devotísimo siervo *Juan Bautista Antoneli.*

424 Supongamos ahora que el pensamiento de Antoneli tenga aprobacion, y que los tiempos han trahido todas las circustancias que faciliten la execucion de quanto propone en su escrito; es á saber, un Rey qual nos le ha deparado nuestra fortuna, benéfico como su augusto padre, como su augusto padre ansioso del bien de sus vasallos; un Ministro ilustrado y promovedor de todo lo bueno, capaz de fomentar todas las obras de la propuesta navegacion con el mismo empeño y lucimiento que ha promovido, fomentado y fomenta la construccion y conservacion de los caminos reales; paz y dinero: ¿por donde se habria de empezar?

Esta es, segun se vé, obra vasta y grandiosísima; su plan debe abrazar juntas todas sus partes, generalizarlo todo; que el particularizar las cosas, considerarlas menudamente, se queda para la execucion. En el plan han de ir todas enlazadas segun su mutua dependencia; si se omitiese alguna, no podrán menos de experimentarse consecuencias contrarias unas á otras, y ocasionarse gastos inutiles. En el plan es indispensable especificar todos los ramos de la navegacion, los proyectos y las obras necesarias respecto de cada provincia del reyno, como canales, &c. referir las operaciones necesarias para navegar los rios, y para hacer que esta navegacion circule por medio de canales navegables.

La operacion preliminar y fundamental de esta navegacion inrerior circular es averiguar por medio de las nivelaciones, y al tiempo de practicarlas, y de observaciones particulares hechas en los sitios mismos, las facilidades ó las dificulrades que pueda haber para las expresadas comunicaciones; las venta-

tajas ó desventajas físicas de cada rio, con el fin de cotejar las de un rio con las de otro, buscar medios de remediar los inconvenientes físicos de la navegacion; las ventajas para el gobierno económico y el comercio de las diferentes provincias, considerando el de cada una con el enlace que tenga con el comercio general del reyno; los abusos que se cometen en los rios y canales, y los obstáculos que varias sujeciones oponen á su curso ó la interrumpen, y quales serian los modos mas adequados de remediarlo; el término ó paradero de cada especie de navegacion, de barcos, armadias ó balsas, y palo suelto en cada rio, si podria alargarse y hasta donde; si los rios que solo se navegan con balsas podrian navegarse tambien con barcos en todo su lecho ó parte no mas; si los rios que solo sufren navegacion de palo suelto, podrian sufrirla de barcos, ó de balsas por lo menos; y últimamente, respecto de los rios que ninguna sufren de las tres expresadas navegaciones, si se les podria reducir á sufrir alguna, y qual de las tres, ó si solo pueden servir para molinos; y por último apreciar las ventajas que de cada una de ellas podrian esperarse de cada rio ó canal.

Despues de hecho este trabajo preliminar, podria el Gobierno formar un plan general de todas las operaciones necesarias en todo el reyno; visto así todo junto y enlazado, y conferenciado, manifestaría la utilidad y la importancia de cada operacion; sabria quales son precisas, quales inútiles, y quales deben llevarse el primer cuidado. Este es el único medio de plantificar una navegacion interior circular bien distribuida, y que se corresponda con la de las naciones vecinas.

Un punto omito, que no es á buen seguro ni el de menor importancia, ni el menos fundamental, el avance, el coste de cada obra. Saberlo antes de concluirla no digo yo que sea imposible, me mantengo sí en que es mas que dificultoso. Señalar de antemano las obras superfluas ó inútiles es facil; determinar las necesarias, todas por lo menos, no se puede. Quasi siempre al tiempo de executar las obras pen-

sa-

sadas y propuestas, se hace preciso hacer otras cuyà necesidad no era posible preveer. Busque el Gobierno, si el Gobierno dá el encargo, un hombre inteligente, eficaz, pundonoroso, puro, desinteresado, como el digno protector de la acequia imperial de Aràgon, y entréguese con entera confianza. Si alguna vez se acordare de la obra, sea únicamente, como ahora, para alentar con sus auxîlios al varon extraordinario, quien en pocos años habrá dexado concluido un monumento inmortal de la beneficencia de Carlos Tercero, y Carlos Quarto, y del zelo y vigilancia de su Ministro, quien con influxo constante ha promovido la prosecucion, la conclusion de la acequia.




UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 06697 7474
B 444708
DUPL
Digitized by Google

